

## Kleines Empfänger-ABC

Heutige Fernsteuerempfänger entsprechen einem hohen Stand der Technik, trotzdem gibt es beim Anwender häufig nicht erklärbare Probleme im Betrieb, vor allem bei Flugmodellen. Deshalb geben wir hier allgemeingültige Hinweise, die sich nicht auf bestimmte Fabrikate beziehen. Wir machen hier nur die Hausaufgaben auch für diejenigen mit, die schon länger als wir am Markt sind. Damit sollen alle Modellbauer in die Lage versetzt werden, Ursachenforschung systematisch zu betreiben. Wir wollen so einen deutlichen Beitrag leisten zur Steigerung der Betriebssicherheit von allen Modellen, speziell aber von Flugmodellen. Dabei legen wir hier Wert auf Praxis-Verständlichkeit, nicht unbedingt auf technisch richtige Ausdrucksweise.

## Allgemeines

Die Empfangsanlage stellt die Verbindung her zwischen den Steuerbefehlen des Piloten am Sender und den Rudern und Funktionseinrichtungen des Modells.

Zwischen Sender und Empfänger liegt die sog. "Übertragungsstrecke". Sie ist nicht sichtbar oder spürbar, und daher für den normalen Anwender häufig „mysteriös“. Diese Verbindung muß sichergestellt sein, sollen die nachfolgenden Funktionseinrichtungen der Empfangsanlage einwandfrei arbeiten und somit das Modell in jeder Lage die Befehle des Piloten ausführen.

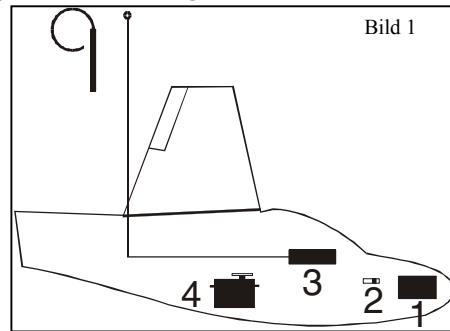
Viele Benutzer gehen davon aus, daß egal welches Fabrikat, so eine Empfangsanlage mit Fernsteuerempfänger und angeschlossenen Servos usw. in jeder Lage oder Anwendung einwandfrei funktionieren kann bzw. sogar muß. Dies ist wegen der vielfältigen Möglichkeiten in der Anwendung leider nicht immer so, und deshalb passieren Abstürze oder Ausfälle, die bei richtiger Vorgehensweise und dem entsprechenden Wissen um die Hintergründe vermeidbar sind.

Da der Sender seine Signale mit "HF" (Hochfrequenz, hochfrequente Energie, wie bei Rundfunk- oder Fernseh-Sendern) zum Empfänger überträgt, ist die Übertragungsstrecke nicht sichtbar, kann also auch nicht bewertet werden ohne weitere Tests. Damit man auch ohne Experte zu sein, die Übertragungsstrecke sicher stellen und bewerten kann, und zwar VOR dem Start, dazu dient diese Info.

## Anordnung im Modell

Entscheidend für den störungsfreien Betrieb ist die Anordnung der Komponenten im Modell.

## Optimale Anordnung:

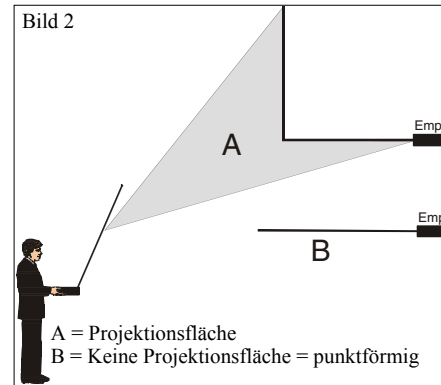


Diese Anordnung ist optimal und zwar einfach deshalb, weil der Empfänger für diese häufigste Anordnung in der Produktion abgestimmt wird. Als Hersteller muß man sich auf eine Anordnung festlegen, denn die mögliche Anwendungs-vielfalt kann in einem Labor oder in der Produktion niemals nachgestellt werden. Also nimmt man die häufigste Anwendung. Natürlich versucht man, seine Produkte so zu konstruieren, daß auch Änderungen der normalen Anordnung nicht größere Auswirkungen haben, aber garantieren kann hier niemand, daß der Empfänger immer in allen Situationen, die der Anwender in seinem Modell hat, auch wirklich einwandfrei arbeitet.

Jede Änderung dieser Anordnung, also Verlegung der Antenne in anderer Richtung, Verlängerung der Servokabel, Verlegung des Akkus direkt am Empfänger, Verlegung der Servos direkt an den Empfänger, Zusatzgeräte wie Kreisel und was es sonst noch gibt, alles das kann die Empfangseigenschaften so verändern, daß das Modell in bestimmten Lagen nicht mehr reagiert und außer Kontrolle gerät, obwohl die einzelnen Bestandteile in Ordnung sind. Jedes Problem, was durch Einbau der Empfangsanlage ins Modell erzeugt wird, wirkt sich im Grunde immer als Reduzierung der Reichweite aus oder aber in Richtwirkungen, das bedeutet, daß ein Empfänger im Modell in bestimmten Positionen zum Sender Probleme bzw. sog. Signalauslöschungen hat, u.U. auch ganz in der Nähe, obwohl in der Ferne alles einwandfrei arbeitet. Deshalb ist der *Reichweiten- und Richtungstest* (s.u.) nach wie vor die beste Methode, um Probleme aufzuspüren und zu beseitigen, und zwar vor dem ersten Einsatz. Im Betrieb machen sich Probleme meist dadurch bemerkbar, daß Servos selbständig Ausschläge steuern, oder der Elektromotor anläuft. Oftmals sind mit kleinen Veränderungen am Einbau der Empfangsanlage oder bei der Verlegung der Antenne alle Probleme schlagartig beseitigt.

## Verlegung der Empfangsantenne

Generell gilt, daß jede hier gemachte Angabe eine Information ist, was u.U. zu Problemen führen könnte und durch einen Reichweitentest geprüft werden kann. Auch Anordnungen, die hier als nicht empfehlenswert beschrieben sind, können durchaus ohne Probleme funktionieren, dies kann durch einen Reichweiten- und Richtungstest ermittelt werden.



## Stabantenne

Die optimale Verlegung der Antenne ist eigentlich die Stabantenne (s. Bild 1), die nach einem kurzen horizontalen Weg senkrecht nach oben geht, bei gleichzeitiger Verlegung der Servo und Akkukabel soweit weg als möglich von der im Rumpf laufenden Antennenlitze. Diese Verlegung läßt sich meist nicht oder nur ungern verwirklichen, vor allem bei einem Flugmodell. Generell gilt aber, daß vermieden werden muß, daß die Empfänger-Antenne in best. Fluglagen punktförmig (keine Projektionsfläche, s. Bild 2) zum Piloten zeigen könnte. Diese Position ergibt die geringste Feldstärke am Empfängereingang und kann bei zusätzlich erschwerenden Einbaubedingungen zu Problemen führen. Es sollte daher immer darauf geachtet werden, daß zumindest ein Teil der Antenne senkrecht verlegt wird, so kann die horizontale und vertikale Verlegung kombiniert werden, also einen Teil der Antenne waagrecht vom Empfänger wegführen, den Rest dann senkrecht. Je größer der senkrechte Teil, desto weniger Richtwirkungen und desto weniger Einflüsse der Einbaugegebenheiten.

## Weitere Hinweise zur Antennenverlegung

Parallele Verlegung der Antenne zu Servokabeln oder elektrisch leitenden Anlenkungsdrähten sollte unbedingt vermieden werden.

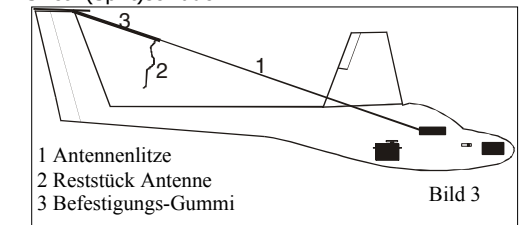
Zusammenrollen der Antenne oder eine Antennengewirr muß unter allen Umständen vermieden werden, das wirkt wie eine abgeschnittene Antenne

und vermindert die Reichweite ganz erheblich. Es muß immer die Original-Antennenlänge, meist 90cm -1m, erhalten bleiben. Kürzen ist nicht erlaubt, es sei denn bei Automodellen, wo nur 100m Reichweite gefordert werden. Dann aber nicht irgend eine Kürzung, sondern genau die Hälfte der ursprünglichen Länge. Damit wird noch eine in diesem Fall vernünftige Reichweite erzielt.

## Empfängerantenne am Flugmodell

Antenne **immer so weit weg als möglich** von Servos, Servokabeln und Anlenkungsdrähten verlegen. Am besten ist eine Stabantenne oder, wenn dies nicht möglich oder erwünscht ist, die Abspannung zum Seitenleitwerk. Die Verlegung im Rumpf ist möglich (s.u.), wenn keine Stahldrähte oder andere, elektrisch leitende Servokabel oder Anlenkungsteile parallel zur Antenne laufen. Dabei beachten, daß Carbonfaserrümpfe wie eine Abschirmung wirken. In diesem Fall muß die Antenne außen verlegt werden, am besten weg vom Rumpf, denn durch den Rumpf ergeben sich wieder abschirmende Wirkungen in bestimmten Positionen zum Modell.

Wird die Antenne zum Seitenleitwerk gespannt, so kann durchaus ein Rest von 10cm (s. Bild 3) oder mehr der Antenne lose nach unten hängen. Dadurch wird vermieden, daß die ganze Antenne in best. Positionen "punktförmig" zum Sender zeigt und die oben beschriebenen Probleme entstehen. Dabei aber Antennendurchführung am Rumpf „zugentlasten“, am besten durch einen kleinen Stück Silicon(Sprit)schlauch.

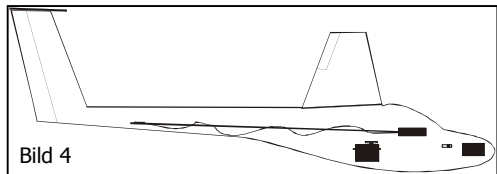


Wer glaubt, beim Segelflugmodell die Antenne nicht zum Seitenruder spannen zu können wegen des höheren Luftwiderstands, dem sei empfohlen, einmal bei den Jetfliegern nachzusehen, wie dort die Antenne verlegt ist. Als *luftbremsende Stabantenne*. Wir stellen also fest: Die Verlegung der Antenne hängt wohl auch davon ab, wie teuer ein Modell ist. Uns ist jedes Modell soviel Wert, daß wir den in Prozentzahlen nicht auszudrückenden, höheren Widerstand gerne in Kauf nehmen und die Antenne außerhalb vom Rumpf zum Seitenruder verlegen. Aber vielleicht fliegen wir auch nicht gut genug um diesen immensen Widerstand spüren zu können.

## Verlegung im Rumpf

Es geht auch die Verlegung im Rumpf, das kann aber je nach Anordnung zu Problemen führen. Empfohlen wird oft die gestreckte Verlegung, das führt aber nach unseren Erfahrungen oft zu Richtwirkungen bzw. zu Auslöschungen des Sendersignals am Empfänger in genau der Startrichtung (Empfängerantenne ist dann von hinten nur noch als Punkt zu sehen (s. Bild 2). Dieser Betriebszustand (punktförmige Antenne) sollte nach Abstürzen in die Ursachenforschung eingehen, denn wir haben schon öfters Abstürze gesehen, die zunächst durch eine heftige Abwärtsbewegung des Modells entstanden mit abruptem Abfangen, in der Folge dann Flächenbruch und keine Chance, obwohl Sicherheitshöhe vorhanden war. Ursache war eine Flugrichtung (z.B. Modell fliegt auf den Piloten zu), in der die Empfängerantenne, vielleicht noch gepaart mit einer Senderantenne, die gleichzeitig auf das Modell gezielt hat, die zu Auslöschung des Sendersignals geführt hat. Dadurch erfolgte ein unkontrollierter Servoausschlag, eine Änderung der Lage des Modells, dadurch wieder Empfang, dadurch wieder der Servoausschlag in die vorgesehene Position..... Eine Kettenreaktion, die aber zu meist bei der Ursachenforschung nach Abstürzen übersehen wird.

Besser als die gestreckte Verlegung im Rumpf ist daher eine etwas geschwungene Verlegung, dies ergibt weniger Richtwirkungen.



Wir nehmen dazu immer ein Balsa- oder ein Buchenstäbchen, befestigen die Antenne am Ende und legen beides locker in den Rumpf. So liegt die Antenne geschwungen im Rumpf, kann aber nicht zusammenrutschen oder ein Knäuel bilden. Außerdem entfällt so das lästige Fummeln, um die Antenne in ein Röhrchen zu schieben.

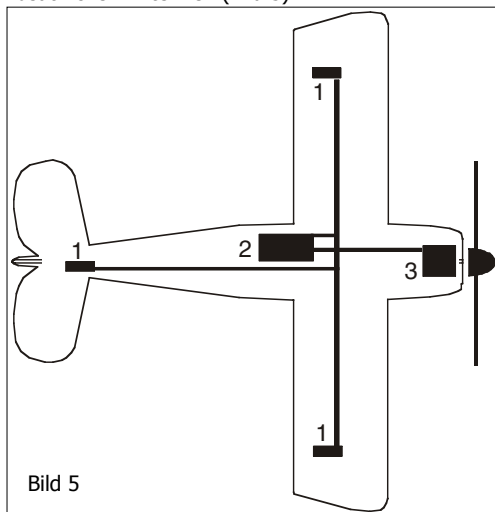
## Störfaktoren/Störende Einflüsse

Die folgenden Angaben zu möglichen Störfaktoren sind dann zu berücksichtigen oder zu prüfen, wenn im Betrieb oder bei Reichweitentest Probleme oder Unregelmäßigkeiten auftreten.

## Richtwirkungen/ lange Kabel

Obwohl man als Hersteller konstruktiv versucht, die Servoeingänge des Empfängers HF-technisch soweit als möglich abzublocken, ist trotzdem jedes Kabel,

welches am Servoeingang des Empfängers angeschlossen wird, zunächst auch eine zusätzliche Antenne. Da der Empfänger aber nur auf die vorgesehenen Antennen abgestimmt ist, stören diese zusätzlichen Antennen (Bild 5).



Solange die Kabellängen nicht länger als die normale Servokabellängen sind, der Akku optimal platziert ist und die Antenne weit weg von den Servos und Servokabeln verlegt ist, hat das wenig Auswirkungen, das ist konstruktiv vorgesehen (s.o.). Das HF-Gebilde "Empfangsanlage" wird aber durch Einbau ins Modell verändert, und das kann vor allem dann negative Auswirkungen haben, wenn die Kabellängen halbe Antennenlänge (meist 45cm), ganze Antennenlänge (90cm) oder länger als die Empfängerantenne sind. Das gilt auch für das Akkukabel incl. dem Schalterkabel. Hier gilt: **Je kürzer Kabel, je besser.** Besonders störenden Einfluß haben Kabelverlegungen, die links und rechts zu den Tragflächenservos erfolgen oder parallel zu der Antenne nach hinten zum Seitenruderservo, wenn dieses hinten im Leitwerk eingebaut ist. Hier haben wir oft störende Längen und zusätzlich bilden die Kabel noch eine Art Abschirmung der Empfangsanlage für Sendersignale, wir bekommen Richtwirkungen. Außerdem müssen in diesem Fall der Verlegung die jeweiligen Kabellängen zusammengezählt werden, so ergeben hier z.B. 2 x 45 cm auch wieder unsere störenden 90 cm

## Feldstärkeschwankungen

Baumelt eine Antenne lose in der Luft hinter dem Modell her, ergeben sich starke Feldstärkeschwankungen am Empfängerantenneneingang. Diese sind störend für den Empfänger, obwohl heutige Schaltungen hier schon ganz gut arbeiten, aber wenn

man dem Empfänger die Arbeit erleichtern kann, sollte man solche Feldstärkeschwankungen auch verhindern. Wir empfehlen deshalb in diesem Fall eine Stabantenne oder sonstige Art der Versteifung der Antenne.

## Verlängerung von Kabeln/Entstörfilter

Hier sollte generell darauf geachtet werden, daß sämtliche Kabel so kurz als möglich gehalten werden. Die Verlegung der Kabel im Modell sollte sauber und übersichtlich, in keinem Fall aber kreuz und quer erfolgen. Klar ist, daß die Kabel am Empfänger ohne Zugbelastung eingesteckt werden, damit sie sich im Flug nicht von selbst lösen können.

Alle am Empfänger angeschlossenen Kabel müssen bei auftauchendem Problem berücksichtigt werden. Dazu gehören Servokabel, Verlängerungskabel, Schalterkabel, Programmierkabel, alles was an den Servobuchsen angeschlossen wird, auch Kreiselkabel usw.

Müssen Kabel verlängert werden, empfehlen wir die Verwendung von verdrehten Kabeln. Es sind auch viele Entstörfilter auf dem Markt, diese haben nach unserer Einschätzung oft wenig Wirkung. Allerdings gibt es wohl bestimmte Empfängerfabrikate, bei denen Entstörfilter bei Verlängerung von Kabeln ganz wirksam sind. Schädlich sind Entstörfilter aber in keinem Fall.

Eisenkerne, durch die alle Kabel zusammengefaßt geführt werden, haben nach unserer Erfahrung NULL-Wirkung. Diese sollen in ihrer normalen Anwendung Abstrahlungen der Kabel verhindern, die dort durchgeführt sind. Wir benötigen aber Wirkungen, die Einstrahlungen von außen verhindern bzw. die Kabel HF-technisch abkoppeln.

## Antennenlänge/Stabantenne

Generell gilt hier: Die Gesamtlänge der Empfängerantenne muß immer so lange sein wie die Originalantenne. Bei ACT-Empfängern sind dies 90cm. 2-3cm plus/minus sind nicht entscheidend.

Eine Stabantenne ist immer die beste Lösung und besteht im Prinzip aus einem Stahldraht, der vertikal am Modell angebracht ist, und der im Modell verlegten Zuleitung zum Stahldraht (Bild 1). Ist die Stabantenne bzw. der Stahldraht 60cm lang, muß also die restliche Antennenlitze eine Länge von 30 cm aufweisen. Der Durchmesser des Stahldrahts sollte so gewählt werden, daß er im Flug steif genug ist und nicht hin und her schwingt. Am Ende eine Ösenbiegung anbringen zum Schutz gegen "Augenstechen". Die Lötstelle am Stahldraht muß richtig verlötet sein, die Antennenlitze muß gegen Abrüteln an der spröden Lötstelle gesichert werden z.B.

durch Schrumpfschlauch. Von Zeit zu Zeit Lötstelle prüfen.

## Schalterkabel/Akku

Hier sind viele Produkte im Umlauf, die sehr lange Kabel haben. Hier wie o.e. darauf achten, daß keine kritische Kabellänge entsteht. Wenn möglich, hier Kabel kürzen. Lange Akkukabel begrenzen, auch wegen dem möglichen Stromfluß, also immer auf ausreichenden Kabelquerschnitt achten (s.u.). Je kürzer ein Kabel, desto geringer der Widerstand, desto höher der mögliche Stromfluß bzw. desto geringer der Spannungsabfall.

## Knackimpulse

Diese entstehen immer dann, wenn Metallteile aufeinander reiben oder "klappern". Durch statische Aufladungen, die bei Vibrationen entstehen können, entladen sich diese Aufladungen durch einen überspringenden Funken zwischen den Metallteilen. Dieser Funke hat auch meistens noch hochfrequente Energieanteile und stört deshalb den Empfänger. Vor allem bei Modellhubschraubern oder Modellen mit Verbrennungsmotor kommen diese Störungen vor. Obwohl die meisten modernen Empfänger sehr unempfindlich dagegen sind, muß bei Problemen auch danach gesucht werden und Knackimpulse müssen so weit als möglich ausgeschlossen werden

## Elektromotoren

Elektro-Motoren erzeugen hochfrequente Störungen hoher Energie. Da im Elektromotor hohe Ströme über die (stehenden) Bürsten zum (drehenden) Kollektor übertragen werden, ergeben sich starke Funken, das sog. "Bürstenfeuer". Dieses beinhaltet hochfrequente Energie und stört dadurch den Empfänger. Diese Störungen sind aber nicht nur im Motor, die Zuleitungen zum Motor und manchmal sogar der Akku strahlen diese Störungen genauso ab. Die Störstrahlung wird durch Motorentstörung nur verringert, nie aber ganz beseitigt. Deshalb Akkukabel, Motorzuleitungskabel, überhaupt sämtliche Einrichtungen, die hohen Strom führen und irgendwie mit dem Motor in Verbindung stehen, nicht in die Nähe des Empfängers oder Empfangsanlage verlegen bzw. größt möglichen Abstand halten.

## Stromversorgung mit BEC

Hier sollte beachtet werden, daß bei manchen Reglern, auch bei hochwertigen Markenfabrikaten, über die Versorgungsleitung zum Empfänger getaktete Störungen zum Empfänger übertragen werden. Da Motorregler die Leistung durch "Taktung" regeln, kann dies offensichtlich nicht immer

100%ig von der BEC Stromversorgung getrennt werden. Nicht jeder Empfänger hat damit Probleme, aber es kommt eben doch vor. Sind Probleme durch anstecken eines separaten Empfänger-Akkus beseitigt, liegt die Ursache am BEC des Reglers.

### Motorzündung

Ein schwieriges Thema, da viele Fehlerquellen vorliegen können, die man alle nicht "greifen" oder "sehen" kann. Hervorgerufen durch die Funkenzündung mit Zündkerze werden starke Störenergien, die jede Frequenz erzeugen können, über alle in Verbindung mit der Zündung stehenden Teile abgestrahlt. Dies gilt vor allem für den Kerzenstecker und die Zündkabel. Diese müssen entstört und "geerdet" sein. Häufig ist das Zündkabel oder der Kerzenstecker unter der Isolierung defekt, es entstehen Funkenübersprünge, die den Motor im Betrieb zwar noch nicht beeinträchtigen, aber den Empfänger empfindlich stören. Feststellbar ist dies nur bei Reichweitentest mit laufendem Motor.

Bei elektronischen Zündungen mit Zusatzakku muß dieser so weit weg wie möglich von allen Teilen der Fernsteuerung, auch vom Empfängerakku, gelagert werden. Auf dem Zündungsakku liegen die Störspitzen der Zündung, diese werden vom Akku und dessen Kabel abgestrahlt. Deshalb darf der Empfängerakku in keinem Fall gleichzeitig als Versorgungsakku für die Zündung verwendet werden. Bei Zündungsproblemen kann Abhilfe meist nur durch (systematischen) Austausch von Teilen erfolgen.

### Zusatzgeräte zur Empfangsanlage

Grundsätzlich hat jedes Zusatzgerät wie Kreisel, Akkuwächter o.ä. auch zusätzliche Kabel mit den möglichen, oben beschriebenen Wirkungen. Diese müssen getestet werden. Gleichzeitig arbeiten viele Zusatzgeräte mit Mikroprozessoren. Diese werden getaktet durch einen Quarz. Damit ergeben sich ganz geringfügige Abstrahlungen von HF auf der Taktquarzfrequenz. Diese stören normalerweise den Empfänger nicht, wenn die Taktfrequenz vom Hersteller so angelegt ist, daß diese oder eine harmonische Frequenz davon (Ein Vielfaches der Ausgangsfrequenz) nicht in dem Empfangsfrequenzbereich des Empfängers liegen. Dies ist meistens der Fall, unsere ACT-Kreisel sind zumindest alle so ausgelegt, daß auf keiner möglichen Modellbauempfangsfrequenz eine harmonische Taktfrequenz liegt.

Trotzdem die Empfehlung, einen gewissen Abstand zwischen Empfänger und Zusatzgerät einzuhalten, um dem Empfänger die Arbeit in jedem Fall zu erleichtern.

### UKW-Sender

Diese können unsere 35MHz Frequenzen stören, obwohl sie nicht auf 35 MHz senden. Warum??? Es gibt sog. harmonische Frequenzen und Nebenempfangsstellen im Empfänger. Unsere Fernsteuerempfänger arbeiten durch Überlagerung von Frequenzen, um letztlich die in der abgestrahlten HF vom Sender enthaltenen Informations-Signale auszufiltern. Es wird immer die sog. Zwischenfrequenz (ZF) überlagert. Bei Einfachsuper-Fernsteuerempfängern beträgt diese ZF 455KHz. Der Aufdruck auf den Empfängerquarzen entspricht daher meistens der Sendefrequenz minus der ZF. Beispiel Kanal 66 = Sendefrequenz 35060MHz. Abzüglich ZF 455 kHz ergibt Empfängerquarzfrequenz (Aufdruck) von 34605MHz. Bei der Überlagerung der ZF können neben der gewollten Mischfrequenz auch Frequenzen entstehen, die einer harmonischen Frequenz der Ausgangsfrequenz entsprechen, also bei 35 MHz z.B. 70 MHz (35MHz x 2) oder bei 105 MHz (35MHz x 3).

Auf 105 MHz arbeiten in Europa UKW-Sender z.T. mit sehr hohen Leistungen. Fliegen wir in der Nähe eines UKW-Senders, ergeben sich dann bei sog. Einfachsuper-Empfängern (Gegenstück zum Doppelsuper-Empfänger) Überlagerungsfrequenzen auf einer "Harmonischen". Der Einfachsuper-Fernsteuerempfänger überlagert durch seine Nebenempfangsstellen dann auch die Signale vom UKW Sender, eine Störung des Fernsteuersendersignals kann entstehen.

Davor kann man sich schützen durch Verwendung von Doppelsuper-Empfängern. Diese können systembedingt auf Grund von 2-facher Überlagerung solche Störungen von UKW-Sendern ausfiltern. Außerdem ergibt sich theoretisch ein weniger veräusertes Signal, was die Empfangseigenschaften weiter verbessern kann. In der Praxis, und darauf kommt es, haben sich selbst unsere einfachsten Empfänger selbst in absoluter Nähe zu UKW-Sendern bestens bewährt, es kommt eben auch noch auf andere technische Eigenschaften an, wenn UKW Sender in der Nähe sind.

Eine einfache Methode um festzustellen, ob ein UKW-Sender einen bestimmten Kanal einer Fernsteuerung stören kann besteht darin, dies einfach auszurechnen.

Wir senden auf Kanal 66=Frequenz 35 060MHz. Empfangsfrequenz also 34 605 MHz. Wir multiplizieren 34605 mit 3 und erhalten 103815. Daraus

ergeben sich nun 2 mögliche, störende UKW-Frequenzen. "Plus-ZF und Minus ZF".

Wir ziehen also unsere Zwischenfrequenz 455 kHz von 103815 ab, ergibt eine störende UKW-Frequenz für Minus-ZF von 103360 MHz, addieren wir unsere ZF, erhalten wir die störende UKW-Frequenz von 104270.

Diese beiden Frequenzen können den Fernsteuerempfänger stören. Durch Reichweitentests am Boden läßt sich dies leider nur bedingt prüfen, wenn das Modell in der Luft ist, können die Störungen stärker wirken.

Wenn Sie nun ausrechnen, wie dies bei 40MHz-Empfängern ist, werden Sie keine UKW-Frequenz finden, die einen 40MHz Empfänger stören kann.

Fast jeder hat ein Autoradio mit Digital-Frequenz-Anzeige. Stellen Sie dieses auf die Störfrequenzen ein. Arbeitet ein UKW Sender sehr stark auf dieser Frequenz, sollte mit einem Einfachsuper-Empfänger nicht geflogen werden.

Ist die Digitalanzeige des Radios nur mit 1Stelle nach dem Komma ausgestattet, stellen Sie für Störfrequenz-1 die Anzeige 103,3 ein und starten Sie den langsamen Suchlauf. Konnte kein Radio-Sender gefunden werden, bis die letzte Stelle der Anzeige wechselt, besteht auch keine Gefahr. So kann man sich vor Störungen auf fremden Plätzen zu schützen.

In direkter Nähe zu UKW Sendern gibt es noch andere Störmöglichkeiten, z.B. direkte Einstrahlung durch hohe Leistung. Dieses Problem entsteht dann, wenn Leiterbahnlängen auf der Platine des Empfängers oder Kabellängen in der Empfangsanlage ausgerechnet eine Länge haben, die der Wellenlänge eines Störsenders entsprechen. Dieses kann nicht vorher gesehen werden und ist daher nur dadurch zu vermeiden, daß in direkter Nähe von starken Sendern nicht geflogen wird. Dieser Hinweis nur deshalb, weil dies bei der Ursachenforschung nach Abstürzen oft vergessen wird. Das gilt auch für Richtfunkstrecken, ein Flug durch einen Richtfunkstrahl geht meistens nicht ohne Probleme ab.

### Störabstand

Ein häufig in der HF-Technik angewandeter Begriff. Damit wird eigentlich der Abstand zwischen einem Stör- und einem Nutzsignal bezeichnet.

Hier meinen wir mit Störabstand, daß die Summe aller Störmöglichkeiten immer so klein als möglich gehalten werden muß, um unter allen Betriebsbedingungen optimale Empfangseigenschaften zu gewährleisten.

Nun gibt es Störquellen, die man nicht beseitigen kann, weil sie z.B. vom Modell konstruktiv nicht geändert werden können, wie Flächenservos für die Querruder mit langen Zuleitungskabeln, oder der Motor mit Zündung. Daher muß in solchen Fällen einfach versucht werden, jede vermeidbare, andere Störquelle auszuschalten, um den Störabstand so hoch wie möglich zu halten.

Die obige Aufzählung der Störungsmöglichkeiten für die Empfangsanlage soll hier nicht unnötige Angst verbreiten, sondern lediglich darauf hinweisen, welche Bedingungen die Funktion einer Empfangsanlage beeinträchtigen können. Nur Wissen beseitigt Probleme und schafft sicheren Flugbetrieb.

### Weitere Tips

#### Zwei oder mehr Empfänger

Zur Vermeidung von langen Kabeln bei großen Modellen kann auch daran gedacht werden, mehrere völlig voneinander unabhängige Empfangseinheiten in ein Modell zu bauen. Z.B. je ein Empfänger mit Stromversorgung für die linke- und die rechte Hälfte des Modells, oder für den Motor getrennt usw. Der Phantasie sind hier keine Grenzen gesetzt, ohne daß wir uns in die dann beginnende Diskussion über Sicherheitsaspekte begeben wollen. Dazu wollen wir keinen weiteren Diskussionsbeitrag leisten, der nur eine zusätzliche Meinung von vielen sein könnte und, wie alle anderen, lediglich eine persönliche Theorie wäre, die durch reale Tatsachen nicht beweisbar ist.

#### Akkuweichen/Stecksysteme

Hier haben wir wieder lange Kabel....., s.o.. Es gibt sicher Gegebenheiten, wo eine Akkuweiche sinnvoll ist. Daher dann aber kurze Kabel bitte. Sinnvoll sind nach unserer Meinung Akkuweichen, die für Empfänger und Servos getrennte Akkus vorsehen. Dies deshalb, weil dadurch die Störungen, die die Servos selbst auch verursachen, vom Empfänger fern gehalten werden. Das sind vor allem auch Spannungsschwankungen. Diese entstehen jedesmal dann, wenn Servos "anlaufen". Bei modernen Servos mit viel Kraft und hoher Stellgeschwindigkeit entstehen hohe Ströme, die der Akku über die Kabel nicht schnell genug zur Verfügung stellen kann, die Spannung schwankt. Diese Schwankung muß der Empfänger ausgleichen, was einen hohen Aufwand an Software oder Elektronik bedeutet. Durch getrennte Stromversorgung wird die notwendige Arbeitsleistung für jeden Empfänger deutlich verringert, der "Störabstand" verbessert. Insbesondere die vorhandenen Stecksysteme bilden hier eine Strombegrenzung, die nach Lösungen

gerade zu schreien. Wer 5 schnelle, kräftige Servos an der Buchsenbank des Empfängers anschließt und davon ausgeht, daß die mögliche Kraft dann noch zur Verfügung steht, läßt sich durch Werbeaussagen blenden. Wer also Digitalservos als alleine seligmachend bezeichnet ohne eine vernünftige Stromversorgung zur Verfügung zu stellen bzw. deren Notwendigkeit verschweigt, der sollte vom Verbraucher durch Entzug des Vertrauens bestraft werden, sog. „Reporter“ gehören u.E. dazu.

Das UNI-Stecksystem von JR ist mehr als bewährt, aber die max. möglichen Ströme für die Kontakte sind 2 Ampere. MAXIMAL, da hilft kein noch so großer Kabelquerschnitt, der Engpass bleibt der Kontakt. Wer also 5 Servos mit je 2A (oder mehr) Anlaufstrom an die Buchsenbank des Empfängers anschließt, bei Akkuzuführung mit **einem** Akkustecker, kann nicht davon ausgehen, daß die volle Leistung der Servos erzielt wird. Hier hilft nur eine getrennte Stromversorgung für die Servos oder mehrfache Akkuzuführung auf die Buchsenbank des Empfängers.

Ein großer Vorteil des UNI-Stecksystems von JR besteht darin, daß der Plus (+) Pol in der Mitte liegt. Wird ein Stecker verpolt eingesteckt (180° verdreht), hat dies keine Folgen, bzw. es tritt kein Defekt ein. Lediglich das Servo oder der Empfänger arbeiten nicht. Jedoch bei versetztem Einstecken (nur zwei von drei Stiften auf den Kontakten) könnte eine Verpolung mit Kurzschluß entstehen. Futaba und JR/Graupner benutzen den selben Stecker, bei Futaba ist als Verpolschutz zusätzlich eine kleine Nase angebracht. Diese kann entfernt werden (Messer), dann paßt auch ein Futaba Stecker in eine JR-Buchse.

### Quarze

Klar, Quarze sind empfindliche Bauteile. Vibrationsempfindlich, denn Quarzkristalle sind spröde. Quarze sind temperaturempfindlich, denn das Ausgangsmaterial hat je nach vom Hersteller zugelassener Toleranz einen temperaturabhängigen Frequenzgang. Unser Hypersystemquarze sind deshalb in einen gummiartigen Schrumpfschlauch gepackt, das dämpft schockartige Stöße. Und wir lassen nur Quarze produzieren, die beste, vergoldete Kontakte haben und temperaturbeständig in dem im Modellbau üblichen Bereich von -15 - + 50 Grad liegen. Damit unterscheiden sie sich von so manchen am Markt befindlichen Quarzen.

Außerdem arbeiten unsere Quarze mit andern Empfängern anderer Hersteller. Wie übrigens auch

die Quarze anderer Hersteller mit unseren Empfängern oder auch untereinander !!!!!

Auch wenn heute von manchen Herstellern immer noch behauptet wird, die Empfänger dürfen nur mit "Original-Quarzen" betrieben werden, ist dies aus unserer Sicht lediglich ein schwacher Versuch, Kunden für dumm zu verkaufen. Vergleichbar wäre, wenn ein Autohersteller behaupten würde, sein Fahrzeug fährt nur mit runden Reifen, wohl wissend, daß alle anderen auch runde Reifen haben.

Heutige Empfänger haben fast immer die selbe, interne Elektronikschaltung, das selbe IC. Dadurch ist auch der selbe Quarz notwendig. Wir haben alle "Original-Quarze" nachmessen lassen von professionellen Quarzherstellern und dabei wurde festgestellt, daß die für den Betrieb notwendigen Daten immer die Selben waren. Deshalb können wir auch garantieren, daß unsere Quarze mit anderen Fabriken arbeiten.

### Senderquarze

Als Senderquarz sollte immer der Quarz des Sender-Herstellers verwendet werden, hier darf nicht untereinander getauscht werden. Senderquarze sind unterschiedlich je nach Fabrikat.

### Vibrationsschutz

Hergestellt wird ein moderner Fernsteuer-Empfänger in SMD Bauweise, zumindest ACT-Empfänger. Das bedeutet, daß die Elektronikbauteile entsprechend klein und vibrationsicher sind. Trotzdem gibt es in jedem Empfänger noch Bauteile, die vor Vibrationen geschützt werden müssen. Deshalb Empfänger immer weich lagern, in Schaumgummi. Niemals festkleben oder in Styropor einklemmen.

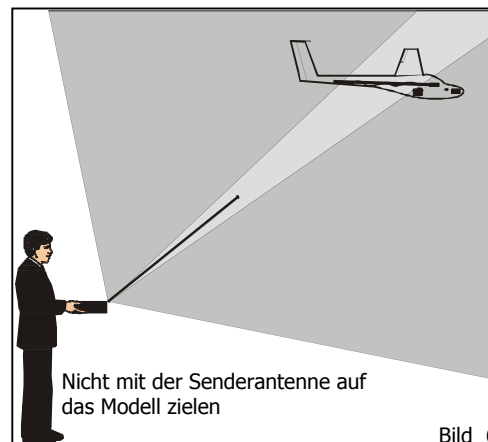
### Farben der Antennenlitzen

Ganz früher, als die damals neuen Frequenzen in 35 MHz verteilt wurden, wurden auch Frequenzbandfarben festgelegt. Deshalb sind die Antennenlitzen für

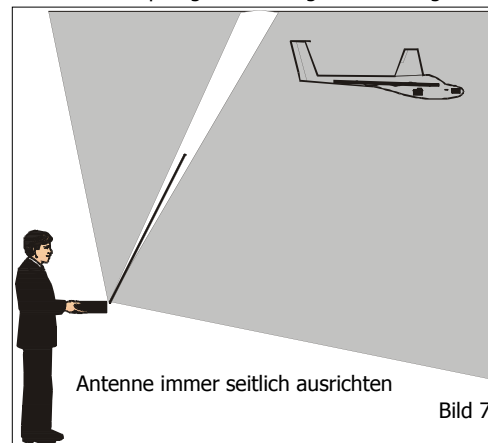
27 MHz Empfänger =	Braun
35 MHz Empfänger =	Rot
40 MHz Empfänger =	Grün

### Abstrahlung vom Sender

Natürlich gibt es Vorzugsabstrahlrichtungen, denn jede Art von Antenne hat eine best. Abstrahlcharakteristik. Klar ist, daß es für den Empfänger immer besser ist, maximale Feldstärke zu empfangen bzw. mit starken Signalen lassen sich Störfaktoren (s.o.) innerhalb des Modells einfacher unterdrücken wie bei schwachen Signalen vom Sender. Das bedeutet, daß der Pilot die Senderantenne immer so zum Modell ausrichtet, daß die maximal mögliche Leistung am Empfänger ankommt.



Für die normale Teleskop-Senderantenne gilt diese Abstrahlcharakteristik (Bild 6). Es ergibt sich eine Rundum-Charakteristik, die in direkter Antennenrichtung nur ganz wenig Strahlung absetzt, daher sollte nie mit der Antennenspitze des Senders auf das Modell gezielt werden, denn in dieser Richtung kommt am Empfänger am wenigsten Leistung an.



In der Praxis bedeutet dies, daß der Pilot für optimalen Empfang seine Sender-Antenne **immer seitlich zum Modell ausrichtet**, nie auf das Modell zielt.

Eine Sender-Kurzantenne hat im Gegensatz zur Normalantenne eine starke Richtwirkung bei eventuell etwas verringerter Reichweite, damit sollte

eher auf das Modell gezielt werden. "Absauer" im Gebirge werden dann zur sportlichen Übung !?!

### Nachbarkanalstörungen

Diese Probleme dürften eigentlich nie auftreten, denn alle angebotenen Empfänger werden ja für 10KHz Kanalabstand angeboten, was soviel heißt, dass ein Empfänger bei gleichzeitigem Betrieb aller Nachbar-Kanäle ohne Probleme arbeitet. Uns sind keine Empfänger bekannt, die diese Bedingung nicht erfüllen, es sei denn manche Slow-Fly Empfänger, die zwar mit "Voller Reichweite" beworben werden, bei manchen Herstellern scheinen dies 300 m oder 500 Meter zu sein, diese Empfänger arbeiten aber nicht mit 10KHz Kanalabstand (s.u.).

Treten trotzdem Nachbarkanalprobleme auf, kann dies mehrere Ursachen haben.

1.) Die Piloten stehen räumlich nicht zusammen, sondern weit voneinander entfernt, Beispiel Schlepp-Betrieb im Verein. Dieser Betriebsfall kann technisch nicht garantiert werden, es gilt deshalb nach wie vor, die Piloten **MÜSSEN** zusammen in einer Gruppe stehen, das geht, auch wenn un bequem, auch beim Schleppbetrieb.

Als Maß gilt, wenn der Abstand des eigenen Senders zum Modell z.B. 100 Meter beträgt und der Abstand des Nachbarkanalenders 10 Meter oder weniger, dann kann Betriebssicherheit nicht garantiert werden. Dies ist bei praktisch allen, auch hochwertigen Empfängern der Grenzbereich (Stör- Nutzverhältnis 10:1).

2.) Einstrahlungen durch hohe Leistungen. Im Beispiel oben kann es auch vorkommen, daß Fremd-Sender, die nicht auf dem Nachbarkanal senden, sondern zwei oder mehr Kanäle entfernt, bei geringem Abstand zum eigenen Modell eine Störung erzeugen. Dies hat dann weniger mit dem Nachbarkanal zu tun als mit der sog. Übersteuerungsfestigkeit. Hier gibt es unter den im Markt befindlichen Empfängern große Unterschiede, aber es gibt genauso große Unterschiede bei den abgestrahlten Leistungen einzelner Senderfabrikate (Namen nennen wir hier nicht).

Beide beschriebenen Probleme lassen sich aber immer vermeiden, indem die Piloten in einer Gruppe beisammen stehen und daß man **NIE** direkt über die Senderantenne (bzw. Kopf !?) eines Kollegen fliegt.

### Volle Reichweite/Slow Fly Empfänger

Hier wird sehr viel Werbung für meist ganz wenig Technik betrieben. Volle Reichweite, was ist das? Nach unserem Begriff mind. 1000Meter bei einge-



schaltetem Nachbarkanalsender. Wer daher glaubt, ein Empfänger mit 500m angegebener Reichweite genügt zum Fliegen, der wird sich dann wundern, wenn sein Modell im Vereinsflugbetrieb bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Sender schon nach 50m abstürzt. Jeder zusätzliche Sender verringert die nutzbare Reichweite, vor allem bei Empfängern, bei denen aus Gewichts- oder Spargründen wenig Technik eingebaut ist. Wer HF-Filter wegläßt, und nur so kann man billig Gewicht sparen, spart Geld, Gewicht und Aufwand. Besser wird so ein „Teil“ aber sicher nicht. Nach unserer Auffassung ist dies sogar gefährlich, deshalb bietet selbst unser Micro6 Empfänger volle Reichweite (bei uns 1000m) bei voller Trennschärfe. Wenn man jetzt noch weiß, daß speziell die Slow Fly Motoren erheblich stören, ist weggelassene Technik wenig sinnvoll bzw. sogar gefährlich.

Da gibt es dann noch Micro-Empfänger von namhaften Anbietern mit sog. Micro-Quarzen, die nur im 20 bzw. 30Khz Kanalabstand angeboten werden. Dies nicht, weil es Micro-Quarze nur in diesem Abstand gibt, man kann jeden Quarz auch in 2 Khz Abstand bestellen, wenn dies benötigt wird. Nein einfach deshalb, weil die Empfänger keinen direkten Nachbarkanalbetrieb "können", was aber nirgends beschrieben ist. Anstatt die Kunden zu informieren versucht man durch das begrenzte Angebot an Quarzen dieses Problem zu lösen und tut so, als ob es andere Anbieter oder Kollegen mit den Nachbarkanälen gar nicht gibt. Was passiert dann, wenn der Kollege im Verein fliegt und gar nicht weiß, was sein Empfänger kann oder besser nicht kann???

Gerade bei Slow-Fly-Empfängern muß Nachbarkanalbetrieb und Übersteuerungsfestigkeit des Empfängers gewährleistet sein, denn der Betrieb mit vielen Kollegen gleichzeitig und Fliegen in der Nähe von anderen Senderantennen ist die Praxis. Mit solchen Modellen fliegt man in der Nähe, auch in der Nähe der Sender von Kollegen, nicht in der Ferne. Deshalb hat unser Micro6 alle diese Eigenschaften, und das mit 2-3 Gramm Mehrgewicht gegenüber sog. „Slow-Fly-Empfängern“. Diese 2-3 Gramm sind einfach notwendig für einwandfrei arbeitende Empfänger in Slow-Fly Modellen. Wir sind sicher, daß die wegen „Slow-Fly-Empfängern“ abgestürzten Kollegen in Zukunft mit ihrem "Geldbeutel" bei anderen Fabrikaten "abstimmen".

### **Betriebsspannung für Empfänger**

ACT- und die meisten anderen Empfänger arbeiten ohne Probleme mit 4- (4,8V) oder 5 (6V)-zelligen Akkus. 5 Zellige Akkus können u.U. direkt nach dem

Ladevorgang und nur kurzzeitig bis zu 8 Volt abgeben, deshalb notfalls beim Hersteller des Empfängers erkundigen ob dies zulässig ist. Ob 5-zellige Akkus Sinn machen sei dahin gestellt, für den Empfänger ergeben sich dadurch keine Vorteile und Servos laufen damit auch nicht unbedingt besser. Allerdings, manche Angaben von Servo-Stellkräften sind bei 6 Volt angegeben, obwohl der selbe Hersteller den Betrieb von Empfängern mit 5Zellen (6V) nicht empfiehlt. Ob das sinnvoll ist? Aber höhere Zahlen bei der Stellkraft sind eben eine bessere Werbeaussage. Vernünftig gebaute Empfänger arbeiten auch noch mit 3 zelligen Akkus, so ist ausreichender Schutz vor Spannungseinbrüchen gegeben, auch noch beim Ausfall einer Akkuzelle wenn 4-zellige Akkus eingesetzt werden. Hier gibt es allerdings Unterschiede bei den einzelnen Fabrikaten. Auch die meisten Servos laufen noch mit 3 Zellen, jedoch langsamer. Daher, wenn Servos langsamer laufen als gewohnt, nicht fliegen, Akkus laden oder prüfen.

### **Reihenfolge beim Einschalten**

Zuerst den Sender, dann den Empfänger einschalten. Warum????? Damit wird verhindert, daß der Empfänger eingeschaltet ist ohne ein Sendersignal. Ohne Sender empfängt ein Fernsteuerempfänger so ziemlich alles, was in der „Luft an HF herum-schwirrt“. So einfach aber prägnant hat sich neulich ein Modellbauer-Kollege dazu geäußert. Das bedeutet, die Servos können unkontrollierte Signale bekommen und anlaufen (Getriebe defekt), Flugregler lassen Motoren anlaufen usw. Wer z.B. ein Elektromodell flugbereit macht, den Akku anschließt und dann den Empfänger einschaltet ohne daß der Sender eingeschaltet ist, der kann u.U. mit ein paar Fingern weniger nach Hause gehen. Beim Ausschalten dann umgekehrt vorgehen. Erst den Empfänger, dann den Sender ausschalten. Wenn z.B. ein E-Flugmodell gelandet ist und der Sender wird zuerst ausgeschaltet, das Modell liegt dann noch am Boden und der Motor läuft u.U. unkontrolliert an, der Propeller kann aber nicht drehen, dann überhitzt der Motor, ein Kurzschluß entsteht. Ganze Modell sind so schon abgebrannt.

### **PCM/PPM**

Diese Abkürzungen stehen für Puls-Pausen-Modulation (PPM) und Pulse-Code-Modulation. Beiden gemeinsam ist, daß das HF-Signal vom Sender zum Empfänger in FM-Technik übertragen wird. Ein PPM-Signal besteht aus einer Impulskette mit meistens 8, manchmal 9 Kanälen (MPX). Mit dieser Impulskette (NF) wird im HF-Teil des Senders die HF moduliert. Im Falle von PCM wird zusätzlich noch ein Code verwendet, der es dem Empfänger

erlaubt, Fehler im Signal, also Störungen, zu erkennen. Daraus kann der PCM-Empfänger die Servos auch im Falle einer Störung in vorher vom Piloten programmierte Positionen stellen (Modus Fail Safe). Oder die Servos bleiben im Falle einer Störung in der zuletzt als richtig empfangenen Position stehen (Modus NORMAL). Der PCM-Empfänger ist also „intelligent“, im Gegensatz zum PPM-Empfänger, der jedes Signal ungeprüft an die Servos weitergibt, ob nun vom Sender oder von einer Störung. Was dies im jeweiligen Fall zur Folge hat, ist „Geschmackssache“ die Störung selber wird dadurch nicht verhindert.

PCM-Empfänger arbeiten nur mit PCM Sendern, und dies auch nur mit dem jeweiligen Fabrikat, Betrieb mit JR/Graupner PCM-Sender und Futaba PCM-Empfänger und umgekehrt ist nicht möglich.

Die Reichweitengrenze bei PCM-Empfängern ist eindeutig definiert dadurch, daß beim Verlust des Empfangs die Servos entweder in Fail Safe Position laufen oder stehen bleiben, je nach Programmierung.

### **Reichweitentest**

Nochmals zur Wiederholung: Die Einbaubedingungen in jedem Modell sind anders, auch wenn meistens alles gut geht, wer Probleme ausschließen will, muß jeden neuen Empfänger prüfen bzw. der Einbau vorhandener und bewährter Empfänger in ein neues Modell muß genauso geprüft werden.

Natürlich müssen nicht alle Probleme immer auftreten, meistens geht ja alles ohne Probleme ab. Trotzdem gibt es aber immer wieder und unvorhergesehene Gegebenheiten, die zu Problemen führen können, und wenn diese Probleme dann erst auftreten, wenn das Modell schon in der Luft ist, ist es eben einfach zu spät. Jedes Modell ist es aber wert, daß es nicht durch solche vorher feststellbaren Probleme abstürzt, vor allem da alle oben genannten Probleme mit einem systematischen Funktions- und Reichweitentest eingegrenzt und dann meist auch beseitigt, zumindest aber bewertet werden können. Also, alle Tests immer **VOR** dem Fliegen durchführen.

Auch empfehlen wir, vor jedem ersten Flug an einem Tag einen "kleinen" Reichweitentest durchzuführen Damit können vorhanden Probleme, die z.B. durch Ausfall der Leistungs-Endstufe des Senders entstehen, oder Ausfall von Akkus oder nicht richtig gesteckte Kabel, abgerissene Empfängerantenne usw. festgestellt werden. Kein Pilot eines richtigen Flugzeugs startet, ohne vorherige Funktionstests. Dazu genügt es in unserem Fall, die Funk-

tionen ganz ohne Senderantenne einmal durchzuprüfen im Abstand von 5 -7 Metern. Es darf aber dann kein anderer Sender eingeschaltet sein.

### **Testprogramm**

Um richtige Reichweiten- und Funktionstests systematisch vornehmen zu können und damit man Vertrauen in das eigene "Testprogramm" entwickeln kann, hier unsere Vorschläge:

### **Vergleichbare Bedingungen schaffen**

Generell sollte ein Reichweitentest immer unter vergleichbaren Bedingungen vorgenommen werden, damit auch vergleichbare Ergebnisse entstehen. Am besten ist es daher, Tests an immer der selben Stelle durchzuführen unter gleichen Voraussetzungen, daher sollte gewährleistet sein, daß kein anderer Sender eingeschaltet ist.

### **Vergleichswerte erstellen**

Wer optimal vorgehen will, sollte zunächst einen Empfänger aus einem bereits vorhandenen Modell nehmen, welches schon viele Starts ohne Probleme hinter sich hat. Diesen aus dem Modell ausbauen und mit Akku und zwei bis drei Servos betreiben. Damit zunächst die Teststrecke abgehen und sich die erzielte Reichweite merken. Diese ist dann der Maßstab für alle späteren Tests. Aber Vorsicht, an der selben Stelle können sich die Umgebungsbedingungen ändern von Tag zu Tag, z.B. regennasser Boden, und schon ist die erzielbare Reichweite eine ganz andere. Daher, wenn neue Empfänger getestet werden, zunächst an diesem Tag immer den bewährten Empfänger zuerst testen und dann den neuen Empfänger.

### **Reichweitengrenze definieren**

Die Reichweitengrenze muß dann noch definiert werden. Es gibt immer eine Stelle, an denen die Servos mit leichtem Zittern beginnen. Dies könnte als Grenze angenommen werden. Allerdings müßte dann noch definiert werden, wie groß das Zittern sein darf. Manche Empfänger beginnen nun zwar relativ früh mit leichtem Zittern, übersetzten aber Steuersignale viel länger als andere Empfänger, die später mit leichtem Zittern beginnen und dann aber gleich danach abschalten, ist dies sehr schwierig. Deshalb ist es aus unserer Sicht (bei Tests ohne Meßgeräte) besser, wenn man die Stelle als Reichweitengrenze definiert, an der die Steuerbefehle vom Sender nicht mehr eindeutig zum Servo durchgegeben werden. Daher muß während des Tests immer ein Steuerknüppel betätigt werden, um dies eindeutig beurteilen zu können.

## Aufbau/Vorgehensweise

Bei Sendern mit einem sog. Servotestprogramm kann dieses aktiviert werden, dadurch kann man mit der Empfangsanlage vom Sender weglafen und hat so die bessere Kontrolle der Servobewegungen.

Dann Sender in mind. 1m Höhe auf einen Tisch/Stuhl oder Podest stellen. Empfangsanlage einschalten und Servos und Akku in die Hand nehmen, Empfänger mit der Antenne nach unten baumeln lassen. Die Servos bewegen sich jetzt definiert durch das Testprogramm. Immer in die selbe Richtung laufen. Den Sender immer an die selbe Stelle mit gleicher Ausrichtung stellen. Beim Feststellen der Reichweite nicht mit dem eigenen Körper zwischen Empfänger und Senderantenne stehen.

Bei Sendern ohne Testprogramm muß man sich mit dem Sender von den Servos fortbewegen, dadurch muß an den Servos ein auch in einiger Entfernung deutlich erkennbares Zeichen (langer Servohebel mit großem Aufkleber) angebracht werden, damit die Servobewegungen auch in der Entfernung noch sichtbar sind.

Empfänger mit Servos auf einem Podest in mind. 1,5m Höhe anbringen, Antenne baumelt definiert nach unten. Gut eignet sich dazu ein Fotostativ mit aufgesetzter Holzplatte.

Immer in die selbe Richtung laufen. Den Sender immer gleich anfassen, denn auch dadurch können sich deutliche Unterschiede ergeben. Nicht mit dem eigenen Körper zwischen Empfänger und Senderantenne stehen.

Natürlich kann ein Reichweitentest mit voller Antenne erfolgen, dieser Aufwand ist aber nicht notwendig, es genügt eingeschobene Antenne, unter guten Bedingungen auf freiem Feld kommt man damit z.T. bis zu 200m weit, wobei 60-70 Meter schon ausreichend sein können.

Bei allen Tests gilt, es sollten keine metallischen Gegenstände wie Tischplatten o.ä. am Sender oder da wo die Empfangsanlage steht, vorhanden sein.

## Neuer Empfänger/Neues Modell

Zunächst einen Reichweitentest vornehmen außerhalb bzw. ohne Einbau in einem Modell. Dazu zwei bis drei Servos und den Akku am Empfänger anschließen, Sender mit eingeschobener Antenne einschalten. Am besten ist natürlich, wenn nun die Vergleichswerte vom bewährten Empfängern erreicht werden. Sind diese nicht verfügbar, gilt als Richtwert auf freiem Feld, trockener Boden, Sender mind 1m hoch, Empfänger 1,5m hoch, Antenne

nach unten, so sollten min. ca. 80 erreicht werden. Das ist aber noch nicht genug an Test, denn durch Einbau ins Modell können sich Bedingungen ändern. Der so getestete, neue Empfänger wird deshalb nun ins Modell eingebaut und der Test wiederholt. Dazu das Modell wieder min. 1m hoch aufstellen. Bei am Boden stehenden Modell reduziert sich die Reichweite u.U. erheblich und ist auch nicht vergleichbar mit den Tests im ausgebauten Zustand, und Vergleichbarkeit ist für einen vernünftigen Test wichtig. Die Empfängerantenne ist zum Seitenleitwerk gespannt, der Rumpf des Modells (und damit die Empfängerantenne) steht 90Grad gedreht zu unserer Strecke, in die wir uns entfernen wollen.

Nun sollte in etwa der selbe Entfernungswert erreicht werden wie beim Test ohne Modell. 10-20% weniger sind, wenn ohne Modell mind. 80m erreicht wurden, normal. Nun drehen wir das Modell um 90 Grad (Empfängerantenne zeigt in Richtung unserer Teststrecke) und testen die mögliche Entfernung in dieser Richtung. Auch so sollte die mögliche Reichweite nicht viel geringer sein als im ausgebauten Zustand. Um alle Richtungen auszuprobieren, können wir noch die beiden andern 90Grad-Richtungen testen. Und natürlich die Seite, in der man das Modell aus der häufigsten Perspektive sieht, nämlich von unten.

Bei Motormodellen, vor allem wenn eine (elektronische) Zündung eingebaut ist, sollte dies alles dann noch einmal mit laufendem Motor vorgenommen werden. Erstens werden so Einflüsse der Zündung ermittelt, zweitens können Probleme durch Vibration, z.B. Knackimpulse, so ermittelt werden. Die Reichweite darf sich mit laufendem Motor höchstens geringfügig verringern.

**Nie starten, wenn irgend welche Zweifel vorhanden sind oder undefinierte Betriebszustände vorliegen.** Nach „Murphy“ passiert was passieren kann, und das auf jeden Fall.

## Ursachenforschung/Probleme

Sind die Ergebnisse deutlich schlechter als im Test ohne Modell, beginnt die Ursachenforschung. Dabei schrittweise und systematisch vorgehen, nie zwei vermutliche Ursachen auf einmal verändern. Sind lange Kabel verwendet worden, z.B. für Querruder, diese am Empfänger entfernen, Test wiederholen. Ist eine Verbesserung erreicht, die Kabel kürzen, Trennfilter anbringen usw., aber immer nur eine Maßnahme nach der anderen.

Liegt die Empfängerantenne im Rumpf, parallel zu Anlenkungsdrähten oder Servokabeln? Dann Emp-

fängerantenne außerhalb zum Leitwerk spannen, Test wiederholen.

Empfängerakku weit entfernt vom Empfänger (lange Zuleitungen)? Den Akku testweise direkt an den Empfänger stecken.

Ist die Ursache für Probleme gefunden, kann aber konstruktiv nicht beseitigt werden, z.B. die Motorzündung, dann muß versucht werden, durch veränderte Antennenführung oder durch verändern der Lage der einzelnen Fernsteuerkomponenten und deren Kabeln das Problem zu verringern. Erst wenn eine vernünftige Entfernung (max. 10-20% weniger als im ausgebauten Zustand) erreicht wird, in der alles einwandfrei arbeitet, kann geflogen werden.

Wer sich nicht sicher ist, muß dann auch mit voller Antennenlänge Tests durchführen. Sender in der Hand des Helfers, Modell 1m über dem Boden müssen mind. 500m "Reichweite" ergeben, wenn vernünftige Funktion gewährleistet sein soll.

Auch die ersten Flüge eines Modells sollten dazu dienen, Reichweiten und Funktionstests durchzuführen. Nach der ganzen Aufregung eines Erstfluges und dem ermitteln des richtigen Schwerpunktes wird hier meist viel zu wenig daran gedacht, daß auch die Fernsteuerung systematisch in allen möglichen Betriebsfällen getestet bzw. der "Sicherheitsabstand" ermittelt wird.

## Wie groß ist die Reichweite?

Dies wird vorsichtig ermittelt, und zwar durch langsames herantasten an die Grenze des Aktionsradius'. Nicht gleich geradeaus von sich weg fliegen, sondern in immer größer werdenden Kreisen. Dabei immer ein Ruder betätigen, z.B. Querruder links - rechts, und beobachten, ob auch jede Steuerbewegung ohne Verzögerung ankommt. Ist der normale Aktionsradius erreicht, kann auch noch die „optische Grenze“ erfliegen werden, aber nie darüber hinaus!! Wenn die ersten, leichten Probleme auftreten, das Modell sofort in Richtung des Piloten zurücksteuern, dabei nicht direkt, sondern seitlich auf den Piloten zu (punktförmige Empfängerantenne vermeiden). Bei stärkeren Problemen gleichzeitig versuchen, durch Veränderung der Position der Senderantenne diese zu beseitigen.

## Was passiert, wenn ich so fliege, daß ich die Empfängerantenne punktförmig sehe?

Auch dieser Zustand muß getestet werden, um später nicht überrascht zu werden. Dazu in modelentsprechender Sicherheitshöhe und in einiger Entfernung das Modell in eine Lage bringen, in der vom Sender aus gesehen, die Empfängerantenne

quasi punktförmig zu sehen ist. Ist die Antenne zum Seitenleitwerk gespannt, kann man dazu das Modell ganz normal horizontal auf sich zu fliegen lassen, irgendwann tritt eine Position des Modells ein, in der die Empfängerantenne punktförmig zum Sender zeigt. Ergeben sich so ungesteuerte Ausschläge, hat dies immer eine Drehung des Modells und dadurch auch eine Verbesserung der Lage der Empfängerantenne zur Folge, ist also normalerweise völlig gefahrlos.

## Was passiert, wenn ich seitlich an mir vorbeifliege?

Damit wird geprüft, ob der Einbau ins Modell Richtwirkungen der Empfangsanlage erzeugt hat. Viele "Herausfaller" aus der Thermik lassen sich durch solche Erscheinungen erklären, nicht durch die ruppige Thermik. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Flächenservos mit langen Kabeln verwendet wurden. Modell in Sicherheitshöhe und einiger Entfernung so steuern, daß eine Flächenspitze längere Zeit auf dem Sender zeigt, das Modell muß sich dieser Lage einwandfrei halten lassen.

## Was passiert, wenn ich in Bodennähe weit weg fliege ???

Dieser Test ist für Fingerakrobaten bei Motormodellen wichtig, denn nichts ist schöner als in weniger als 1 m Höhe das Gelände abzufliegen mit voll Speed - um dann überrascht zu werden von einem kurzen „Tiefenruderzucker“, sei dahingestellt ob am Knüppel oder durch Störung. Spaß beiseite, wer Außenlandungen nicht ausschließen kann, der sollte auch dieses mal bewußt testen. Besser ist in jedem Fall, eine solche Flugfigur nicht direkt von sich weg zu steuern, sondern immer etwas seitlich. Damit werden vorhandene Richtwirkungen weniger wirksam. Gut wenn man das bei einer Not-Außenlandung weiß. In Bodennähe können „Laufzeit-Unterschiede“ auftreten, je nach Gelände (s.u.).

Kunstflugwettbewerbspiloten müssen jede erdenkliche Fluglage testen, denn nichts ist störender, als saubere Flugfiguren zu fliegen und in den Wendefiguren dann ungesteuerte, halbe Rollen vorzuführen.

## Wie lange hält mein Akku

Auch diese Frage gehört zum Austesten eines Modells. Wer Ladegeräte hat, die die eingeladene Kapazität anzeigen können, der kann dies einfach dadurch testen, daß er nach einer durchschnittlichen Flugdauer den Empfängerakku auflädt und prüft, wieviel Kapazität eingeladen wird. Daraus ergibt ebenso, wie viele Flüge mit einer Akkuladung durchgeführt werden können.

Wer nur ein Ladegerät mit D-Peak-Abschaltung hat ohne Anzeige der eingeladenen Kapazität, der kann zumindest die Ladezeit messen und daraus ermitteln, wieviel Strom entnommen, bzw. wie viele Flüge durchgeführt werden können.

Bevor alle diese Fragen nicht getestet wurden, sollte man als verantwortungsvoller Pilot nicht am normalen Vereinsflugbetrieb mit vielen Sendern gleichzeitig teilnehmen. Nur wenn sonst keine Probleme auftreten, kann man davon ausgehen, daß ausreichend Sicherheitsreserven vorhanden sind, um auch unter den erschwerten Bedingungen des Vereinsbetriebs ohne Probleme zu fliegen.

### Zugegeben, das alles hört sich nach Aufwand an, aber was sind schon 2-3 Stunden, gemessen am Wert und der Bauzeit für ein aufwendiges Modell????

Einzelne der beschriebenen Problem-Möglichkeiten können mit einem anderen Empfänger eines anderen Fabrikates beseitigt sein, aber dann sind mit Sicherheit wieder andere Bedingungen vorhanden, die in anderen Fällen stören und zum Absturz führen können. Probleme sind also oft nur verlagert.

### Sicherheitsreserve

Generell gilt, je höher die Reichweite, desto größer die "Sicherheitsreserve". Was ist damit gemeint??

Gehen wir davon aus, daß wir einen Flugraum von 500m nach links und 500m nach rechts belegen und unsere Reichweite in der Luft unter optimalen Bedingungen ca. 1,5km in jede Richtung beträgt, solange wir alleine fliegen. Das entspricht einer Sicherheitsreserve von 1000m (oder 200%). Somit ist die "Sicherheitsreserve" die Distanz zwischen unserem normalen und notwendigen Aktionsradius und der maximalen nutzbaren Reichweite.

Jetzt werden noch andere Sender eingeschaltet, die nutzbare Reichweite reduziert sich auf sagen wir 1,25 km, unsere Sicherheitsreserve beträgt dann noch 750m (140%). Durch Motorzündungen oder andere eingebaute Probleme kann sich diese Sicherheitsreserve so weit noch reduzieren, daß die 500m Flugraum schon nicht mehr erreicht werden um ohne Probleme zu fliegen (Sicherheitsreserve 0 oder Minus).

Häufig kommt es bei E-Flugmodellen zu kurzen Motor-Aussetzern oder, wenn der Motor ausgeschaltet ist, läuft der Motor kurz an. Dies sind solche Anzeichen dafür, daß die Sicherheitsreserve zumin-

dest zeitweise oder je nach Richtung des Modells nicht vorhanden ist, die Summe aller Umgebungsbedingungen und der im Modell eingebauten Probleme so groß ist, daß selbst in kürzester Distanz bei best. Richtungen zwischen Sender und Empfangsantenne schon Störungen auftreten. Der Regler läuft dabei viel schneller an als z.B. ein Servo sich bewegt oder Ruder sichtbare Wirkung zeigen, deshalb glaubt man, daß nur der Regler "spinnt". Tatsächlich ist dies aber ein deutliches Zeichen dafür, daß in der Anordnung der Empfangsanlage im Modell Probleme vorhanden sind.

Das alles kann über lange Zeit gut gehen, es muß aber nur noch ein weiteres Umgebungsproblem, z.B. ein anderer Flugplatz mit andern Nachbarkanälen usw., dazukommen, und schon führt dieses ständig vorhandene, aber nie beseitigte Problem dann zum Absturz. Dies sind dann die sog. *Flugtagsabstürze*, die nur am Flugtag auftreten (...ich weiß nicht warum, ich hatte noch nie Probleme mit diesem Modell, trotzdem ist es heute ausgerechnet bei eurem Flugtag abgestürzt.)

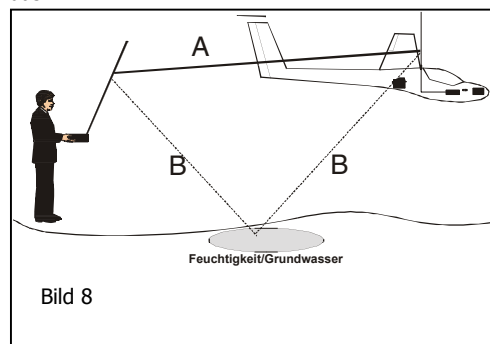
Auch die sog. Slow-Fly Empfänger leiden chronisch an " nicht vorhandenen Sicherheitsreserven".

### Deshalb gilt:

Immer versuchen, die Bedingungen für die Empfangsanlage so weit als möglich zu optimieren, die Sicherheitsreserven so groß wie möglich zu halten. Dann kann man sicher sein, daß auch unter schwierigen Bedingungen alles einwandfrei arbeitet.

### "Schwarze Löcher"

Ja, auch das soll es im Modellflug geben. An einigen Plätzen sind Stellen in einer best. Entfernung bekannt, an denen es immer wieder zu Abstürzen kommt. Ob an all den Modellen immer alles in Ordnung war sei dahingestellt, aber die Häufung an einer bestimmten Stelle ist frappierend. Was ist das?



Nach unserer Erfahrung, die auch auf Messungen an solchen Plätzen beruht, sind dies meistens im Boden vorhandene, feuchte Stellen oder Grundwasser usw., was zu sog. Laufzeitunterschieden durch Reflexion führen kann (s. Bild 8). Die direkte Empfangsstrecke „a“ ist kürzer als die reflektierte Empfangsstrecke „b“. Vernünftig konstruierte Empfänger kommen damit meistens zurecht, aber unter best. Voraussetzungen, z.B. dann, wenn die Sicherheitsreserven (s.o.) schon durch andere Probleme aufgebraucht sind und der Empfänger schon "alle Hände voll" damit zu tun hat, den Empfang zu gewährleisten, dann kann es unter diesen Umständen an diesen Stellen eben zu Aussetzern kommen. Wir konnten schon großflächige Weidezäune als eine solche Störungsursachen feststellen, aber es ist immer ein Zufall, daß diese dann in einer best. Entfernung und Richtung zum Piloten stehen und auch noch eine best. Masse oder Eigenlänge besitzen, die zu Störungen führt. Dagegen hilft: Ausreichend Sicherheitsreserven oder andere Senderposition, notfalls den Sender höher stellen (Pilot auf Podest) und damit die Winkel verändern.

### Service

Wenn tatsächlich einmal Probleme auftauchen oder nach Abstürzen, nimmt man den Herstellerservice in Anspruch. Daß dies nicht immer Erfolg bringt, hier ein paar Gründe dazu.

Von unseren Empfängern kommen nur sehr wenige zurück (sicher nicht nur bei uns). Was aber auffällt ist die Tatsache, daß in wirklich 99% aller Fälle gar kein Fehler am Empfänger vorhanden ist. Nun gehen wir nicht davon aus, daß ein Kunde ein Gerät einsendet nur um uns zu ärgern. Es war sicher ein Vorfall da, der den Kunden dazu bewegt hat. Sicher ist aber, daß die oben beschriebenen Tests in 99% aller Fälle nicht oder nicht ausreichend durchgeführt wurden.

Problematisch auch Fehlerbeschreibungen wie:.... wenn der Empfänger tut, dann tut er einwandfrei.... Oder: ....beim letzten Flug setzte die Anlage aus.... Diese sicher zutreffenden, aber leider nicht aussagekräftigen Fehlerbeschreibungen sind natürlich wenig hilfreich.

Wir sind dazu übergegangen, unsere Empfänger, wenn keine eindeutigen Fehler festgestellt werden (99%) können oder keine verwertbare Fehlerbeschreibung vorhanden ist, grundsätzlich gegen neue Empfänger zu tauschen. Das ist bei den heutigen

Preisen der Produkte die einzig wirtschaftliche Möglichkeit, den Kunden zufrieden zu stellen. Berechnet haben wir dafür noch nie etwas.

Allerdings, und darauf weisen wir hin, wenn das Problem, das der Kunde ja offensichtlich hatte, nicht ursächlich am Empfänger war, wird es weiterhin vorhanden sein. Das bedeutet, die Verantwortung dafür, die richtige Ursache zu ermitteln, **bleibt beim Kunden**. IMMER. Wer also glaubt, mit einem neuen Empfänger ist alles beseitigt und nichts getestet, der wird weiter Probleme haben, wenn die Ursache nichts mit dem Empfänger zu tun hatte.

Viel Aufwand bei den Herstellern könnte einfach dadurch vermieden werden, daß der Kunde vorher systematisch vorgeht und Fehler eindeutig lokalisiert. Das würde sich sicher auch auf die Preise der Produkte positiv auswirken. Zumindest bei uns.

Wir wollten Ihnen diese Informationen geben, damit Sie in der Lage sind, Probleme systematisch zu beseitigen. Uns sind informierte Kunden wichtig, die ihr Geld gut investieren, auch dadurch, das man weiß, wie man ein Produkt richtig einsetzt. Außerdem spielt für uns die Betriebssicherheit im Verein und der Werterhalt der Modelle unserer Kunden eine entscheidenden Rolle, sowohl bei der Konstruktion unserer Produkte als auch in der Anwendung. Wir sind uns sicher, daß diese Informationen dazu beitragen, die Sicherheit im Betrieb von allen Modellbau-Fernsteuerprodukten zu erhöhen.

Wir wünschen Ihnen weiter viele Flüge ohne Probleme und immer ausreichend "Sicherheitsreserven"

**ACTeurope, Talblickstraße 21**  
**75305 Neuenbürg**  
[www.acteurope.de](http://www.acteurope.de)  
**Tel. 07082/93174**  
**Fax 07082/93175**

© ACT 2000