

- » [Einführung](#)
- » [Die Bauform - Pult oder Pistole?](#)
- » [Die Sendefrequenz - 40 MHz oder 2.4 GHz?](#)
- » [Die technischen Sonderfunktionen der "Computer"-Sender](#)
- » [Video: zwei preiswerte 2.4-GHz-Anlagen im Vergleich \(Video\)](#)
- » [Die Empfänger](#)

Kurzinfo

Mit Abstand am besten geeignet für unsere 152VO-Racer sind zweikanalige 2.4GHz-Pistolensender. Wir empfehlen Computersender mit Modellspeichern und den Zusatzfunktionen "Servo Reverse", "Exponential" und "Dual Rate". Diese Sender sind teilweise schon für unter 50 Euro erhältlich (inkl. Empfänger). In diesem Kapitel erfährst du alles über die technischen Zusammenhänge, Begriffe und Auswahlkriterien.

Einführung

Bevor wir uns nach geeigneten Fernsteuerungen umsehen, schauen wir vorab kurz einmal, was die » [Klassenregeln](#) dazu sagen. Punkt III/10 gibt Aufschluß:

"Die Boote werden mit einer 2-kanaligen Fernsteuerung gesteuert (Kanal 1: Gas, Kanal 2: Lenkung). Mehrkanalige Anlagen sind zulässig, solange nur zwei Kanäle genutzt werden. Weitere Kanäle und Sonderfunktionen (z.B. ferngesteuerte Außenborder-Trimmmung) sind nicht zulässig. Die Sendefrequenz beträgt 2,4 GHz oder 40 MHz. Andere Sendefrequenzen (z.B. 27 oder 35 MHz-Anlagen) sind nicht zulässig. 40 MHz-Sender müssen grundsätzlich mit einem deutlich lesbaren Frequenzwimpel an der Antennenspitze ausgestattet sein. 2,4 GHz-Sender müssen vor Beginn des Rennens an ihren Empfänger "gebunden" werden."

Also eine klare Sache: wir brauchen nur eine einfache 2-Kanal-Anlage mit 40 MHz oder 2,4 GHz - oder benutzen unseren bereits vorhandenen Mehrkanal-Sender mit einem 2-Kanal-Empfänger. Alles weitere ist unserem persönlichen Geschmack überlassen. Trotzdem gibt es ein paar Kriterien, die uns die Wahl der optimalen Anlage erleichtern.

Die Bauform - Pult oder Pistole?

Sender sind generell in zwei verschiedenen Ausführungen erhältlich:

- als Pult- oder Handsender mit zwei Kreuzknüppeln,
- als Pistolensender mit Gasgriff ("Abzug") und Lenkrad.

Knüppelsender sind hervorragend geeignet, wenn vier oder mehr Funktionen synchron gesteuert und miteinander koordiniert werden müssen. Ein Flugzeugmodell oder RC-Helikopter lässt sich nur mit einem Knüppelsender steuern. Aber auch bei den Modellbooten gibt es sinnvolle Anwendungsbereiche: Funktionsmodelle benötigen z.B. häufig die Koordination mehrerer Kanäle.

Pistolensender (auch "Coltsender" genannt) verfügen nur über zwei proportionale (= "regelbare") Kanäle und haben daher auch nur zwei Steuergeber: ein Lenkrad zur Bestimmung der Fahrtrichtung (für die rechte Hand) sowie einen "Zeigefinger-Abzugsgriff" für Gas- und Bremsfunktion (für die linke Hand). Pistolensender sind also für Rechtshänder konzipiert. Einige wenige Anlagen lassen sich auf Linkshänder-Sender umrüsten, indem das Lenkrad auf die Rückseite gesteckt wird (z.B. Futaba Megatech T3 PK / T4 PK). Mit ihren zwei Funktionen eignen sich Pistolensender hervorragend für RC-Cars und Rennboote - dort sind sie Knüppelsendern klar überlegen. Denn die gute Ergonomie, die sehr kurzen Steuerwege und die intuitive Bedienung erlauben extrem schnelle und gleichzeitig sehr präzise Steuerreaktionen. Auch "psychologisch" scheint die sehr handliche Bedienung der Pistole etwas Positives zu bewirken: man versteuert sich nicht mehr so schnell.

Fazit: wir *dürfen* zwar für unsere 152VO-Racer Knüppelsender nutzen - aber der Mann an der Pistole ist klar im Vorteil! Wer einmal mit seinem 152VO-Racer ein schnelles Ausweichmanöver per Pistolensteuerung gefahren ist, der wird danach keine "Knüppelfunke" mehr benutzen wollen. Zudem reichen für unsere Zwecke sehr einfache Pistolensender völlig aus - und diese Anlagen sind mittlerweile so billig geworden, dass sie auch als Zweitsender (neben der vorhandenen Pultanlage) für jeden erschwinglich sind.

Die Sendefrequenz - 40 MHz oder 2,4 GHz?

Die Frage nach der "besseren" Sendefrequenz lässt sich nicht so eindeutig beantworten wie die Wahl zwischen Knüppelsendern und Pistolen. Dazu müssen wir uns vorab ein wenig mit "Fernsteuerungs-Geschichte" auseinandersetzen: mit Frequenzen, Kanälen und Modulationsarten.

Die erste Proportional-Funkfernsteuerung

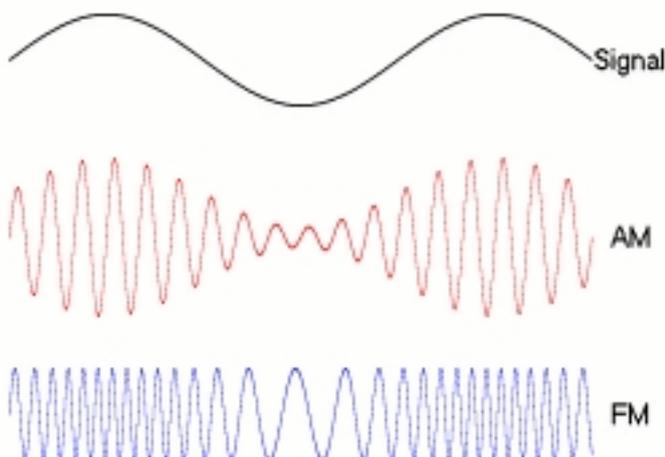
Blicken wir zurück: 1975 gab das damalige "Bundesministerium für Post und Telekommunikation", das seinerzeit für die Verteilung und Verwaltung der verschiedenen Sendefrequenzen zuständig war, einen schmalen Sendebereich am oberen Ende des Kurzwellenbereichs für den allgemeinen Amateurfunk frei. Es handelte sich um das Frequenzband von 26,565 MHz bis 27,405 MHz, in Deutschland aufgeteilt in ein Raster von 80 "Kanälen", die jeweils 20 kHz voneinander entfernt lagen (europaweit 26,965 MHz bis 27,405 MHz = 40 Kanäle). In diesem Frequenzbereich durften nun erstmals auch Privatleute, die keine amtliche Funklizenz erworben haben, ihren eigenen Sender betreiben. Dies waren vor allem Sprechfunkgeräte (Taxifunk, CB-Funk), aber auch die ersten 27 MHz-AM-Funkfernsteuerungen.

Die AM-Sender (= Amplitudenmodulation) funktionieren folgendermaßen: auf eine feste Grundfrequenz ("Trägerfrequenz / Trägersignal") von ca. 27 MHz werden die Steuerbefehle der Senderknüppel "aufmoduliert". Dieses Trägersignal wird also ununterbrochen ausgestrahlt, sobald der Sender eingeschaltet ist. Wenn nun am RC-Sender ein Steuerknüppel bewegt wird, wird ein zweites, niederfrequentes Signal erzeugt ("Nutzsignal"), das die Amplitude des Trägersignals verändert. Es entsteht eine überlagerte Wellenform: das hochfrequente Trägersignal wird durch das niederfrequente Nutzsignal in der Amplitude moduliert - es entsteht

eine auf- und abschwellige Wellenbewegung mit fester Grundfrequenz. Man kann sich das hilfsweise vorstellen wie ein Meer: die Wellen treffen alle mit gleicher Geschwindigkeit an Land (Trägerfrequenz), sind aber alle unterschiedlich hoch (= sie haben eine unterschiedliche Amplitude). Dieses An- und Abschwellen der Wellenhöhe ist das aufmodulierte Nutzsignal. Diese Amplitudenmodulation wird von einem Empfänger, der auf der gleichen Grundfrequenz arbeitet, erfasst und ausgewertet. Er verwandelt diese Informationen in entsprechend große Ausschläge der angeschlossenen Servos - die proportionale Fernsteuerung war geboren!

Die analogen Modulationsarten: AM und FM

AM-Funkfernsteuerungen hatten den großen Vorteil, dass sie technisch sehr einfach aufzubauen sind. Demgegenüber steht der deutliche Nachteil einer sehr geringen Störfestigkeit ("Interferenzpfeifen"): sobald irgend ein Störsender auf einer im Kanalaraster leicht versetzten Nebenfrequenz arbeitet, kann der Empfänger kein klares Signal mehr orten. Folge: das Modell lässt sich nicht mehr steuern. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Störungen im Kurzwellenbereich auch über grösste Distanzen übertragen werden. So konnte z.B. bereits ein weit entfernt vorbeifahrendes Taxi mit eingeschaltetem CB-Funkgerät ein RC-Flugmodell zum Absturz bringen. Ein weiterer Nachteil der AM-Modulation war der hohe Leistungsbedarf, der in die Ausstrahlung des Trägersignals investiert werden musste, während auf das informationstragende Nutzsignal kaum 18% der Sendeleistung entfielen. Außerdem ist ein AM-Empfänger, der prinzipbedingt kein internes Trägersignal erzeugt, immer davon abhängig, vom weit entfernten Sender ein phasenrichtiges Signal geliefert zu bekommen. Bei grösseren Distanzen kann es deshalb zu "selektivem Trägerschwund" durch verringerte Feldstärke kommen - der Empfänger erhält ein unbrauchbares Signal.



Darum folgte 1978 ein deutlich effektiveres und störfreieres Verfahren der Signalübertragung: die Frequenzmodulation (FM). Das FM-Signal wird vom Sender immer in gleicher Stärke abgestrahlt, Amplitudenschwankungen und verringerte Feldstärke werden vom Empfänger ausgefiltert bzw. ignoriert. Als die benötigten Bauteile für das FM-Verfahren günstiger wurden, verschwanden die veralteten AM-Fernsteueranlagen nahezu vollständig vom Markt.

[Abb. rechts: Nutzsinal, amplitudenmoduliertes Signal und frequenzmoduliertes Signal. Quelle: [wikipedia](#)]

Beim FM-Verfahren moduliert das Nutzsinal die Grundfrequenz des Trägers. Bleiben wir beim Vergleich mit den Meereswellen: FM funktioniert bildlich so, als wären sämtliche Wellenkämme exakt gleich hoch, würden jedoch mit an- und abschwellender Geschwindigkeit aufs Land treffen. Das Nutzsinal bestimmt also, wie häufig sich die Wellengeschwindigkeit verändert. Ein FM-Empfänger enthält einen internen Oszillator, der mit gleicher Frequenz schwingt wie das Trägersignal des Senders. Der Empfänger muss nun lediglich messen, wie stark die Frequenz des empfangenen, modulierten Sendesignals von seiner intern erzeugten Frequenz abweicht. Dadurch, dass er lediglich die Frequenzschwankungen des Senders mit seiner Referenz-Frequenz vergleicht, wird er sehr störsicher. Das Nutzsinal ist genauso stark wie das Trägersignal, die Empfangs-Feldstärke und Signalamplitude darf schwanken, ohne zu Signalfehlern und Empfangsstörungen zu führen. Wir kennen das auch vom Radio: der Kurz- und Mittelwellenbereich (AM) hat eine deutlich schlechtere Signalqualität als der UKW-Bereich (FM).

Viele Jahre später begannen die Fernsteuerungs-Hersteller, sich mit der "Erfindung" immer neuer Modulationsarten gegenseitig zu übertrumpfen: SSM, FMsss, DS, etc.pp. Dabei handelt es sich jedoch bestenfalls um kleine Detailverbesserungen, meist aber nur um schliche Werbegags. Alle analogen Fernsteuerungen folgen dem gleichen technischen Grundprinzip (FM oder - relativ selten - AM).

Neue Frequenzbänder

Im alten 27 MHz-Band wurde es recht schnell ziemlich eng: CB-Funk, Taxifunk und RC-Sender begannen sich gegenseitig zu stören, die Qualität der Sprechverbindungen litt, Flugmodelle stürzten ab. Darum wurden in den Folgejahren in Europa auch die Frequenzbänder von 35, 40 und 433 MHz für den ISM-Bereich freigegeben (= Industrial, Scientific and Medical Band).

Das alte 27-MHz-Band wurde neu organisiert: durch die qualitativ bessere FM-Übertragung konnte das Kanalraster auf 10 kHz verringert werden; die Kanäle 1 - 32 (26,965 bis 27,275) wurden für RC-Modelle aller Art freigegeben. Da auch weiterhin Amateurfunker auf diesem Band unterwegs sind, ist es nicht störfrei.

Das 35-MHz-Band wurde im 10 kHz-Raster unterteilt in die Kanäle 60-80 und 281-282 (Band A = 35,000 bis 35,220 MHz) sowie 182-191 (Band B = 35,820 bis 35,910 MHz). Das gesamte 35-MHz-Band bleibt exklusiv nur für Flugmodelle reserviert. Jedes andere RC-Modell ist auf dieser Frequenz strikt verboten.

Das 40-MHz-Band, aufgeteilt in die Kanäle 50-59 und 81-92, ist wiederum für alle RC-Modelle freigegeben. Auf diesem Band tummeln sich keine Amateurfunker, sondern ausschliesslich Modellfernsteuerungen. Daher ist es dem 27-MHz-Band vorzuziehen.

(Anm.: das 433-MHz-Band blieb in Deutschland für RC-Anlagen ein Exot. Auf diesem Band werden vorrangig "consumer electronics" wie Babyphone, Funkkopfhörer und -lautsprecher sowie Funkschalter wie z.B. Autoschlüssel betrieben.)

Allen analogen Funkfernsteuerungen - egal, in welchem Band - ist gemeinsam, dass Sender und Empfänger mit identischen Steckquarzen des gleichen Kanals bestückt sein müssen, um miteinander kommunizieren zu können. Wenn z.B. in einen 40-MHz-Sender ein Quarz des Kanals 84 (entspricht 40,865 MHz) eingesteckt wird, kann nur derjenige 40-MHz-Empfänger, der ebenfalls mit einem Kanal-84-Quarz bestückt ist, seine Sendesignale empfangen. In jedem Frequenzband können also nur so viele Fernsteueranlagen gleichzeitig und störfrei betrieben werden, wie Kanäle in diesem Band vorhanden sind. Darum ist es so wichtig, dass an der Antennenspitze ein "Frequenzwimpel" angebracht wird, auf dem gut sichtbar die eigene Kanalnummer steht. Wenn ein Kollege den gleichen Kanal mit seinem Sender belegt, wird es unweigerlich zum Unfall kommen.

Zwischenzeitlich kamen so genannte "Synthesizer-Anlagen" auf den Markt, die keine Steckquarze mehr benötigten, sondern sich intern per Software oder DIP-Switch ("Mäuseklavier") auf jeden beliebigen Kanal eines Frequenzbandes einstellen liessen. Damit entfiel für den Anwender zwar der Kauf unterschiedlicher Quarze, die Anlage musste aber

weiterhin auf einem Kanal betrieben werden, der nicht bereits von einem anderen Kollegen belegt war. Ein "Kanal-Switchen" während des Betriebs war nicht möglich. Die Synthesizer-Anlagen wurden nicht weiterentwickelt, weil zwischenzeitlich eine andere Technologie seinen Siegeszug angetreten hatte:

Die digital codierte Funkübertragung im 2,4-GHz-Band

Dem Internet sowie der starken Verbreitung von WLAN-Routern und Wi-Fi-Geräten ist es zu verdanken, dass digitale Funktechnik erschwinglich geworden ist - und längst auch für RC-Anlagen zur Verfügung steht. Diese moderne Art der drahtlosen Datenübertragung funktioniert grundsätzlich anders als die herkömmlichen Modulationsverfahren. Statt einem Trägersignal ein niederfrequentes Nutzsignal aufzumodulieren, werden binär codierte Befehlsblöcke übertragen. Ein solcher Datenblock beinhaltet nicht nur den bitweise verschlüsselten Befehl, was der Empfänger "zu tun" hat, sondern zusätzlich auch eine Sicherheitsinformation, an der der Empfänger auswertet, ob die Daten richtig erkannt und vollständig übertragen wurden. Sobald der Empfänger einen fehlerhaften Datenblock empfängt, ignoriert er ihn einfach und behält die letzten bekannten Servopositionen bei, bis wieder ein gültiges Signal erkannt wird. Dies geschieht in Sekundenbruchteilen.

Gleichzeitig entfällt bei dieser Übertragungsart die Notwendigkeit von Steckquarzen. Statt dessen erfolgt bei der ersten Inbetriebnahme ein sog. "Binding": der Sender teilt dem Empfänger einen Codeschlüssel mit, damit er nur noch auf diese Signale "hört" (und andere in der Nähe befindlichen Sender ignoriert). Durch über 4 Milliarden Codierungsmöglichkeiten ist eine Doppelbelegung nahezu unmöglich. 1997 wurde der WLAN-Standard 802.11 (Wireless Local Area Network) und das FHSS-Übertragungsverfahren (Frequency Hopping Spread Spectrum) eingeführt. Das verwendete Frequenzspektrum wird dabei (ähnlich wie in den alten analogen Bändern) in viele kleine Kanäle unterteilt. Sender und Empfänger springen nun - nach einer exakt definierten Abfolge und völlig synchron - mehrmals pro Sekunde von Kanal zu Kanal, wechseln also ständig ihre Sende- und Empfangsfrequenz. Daraus resultiert eine erheblich erhöhte Störsicherheit. Durch die extrem kurze Kanalbelegung konnte die gesetzlich begrenzte Sendeleistung der 2,4-GHz-FHSS-Anlagen von ursprünglich 10 mW auf 100 mW erhöht werden.

Ein Nachteil der 2,4-GHz-Übertragung besteht darin, dass Sender und Empfänger nicht mehr freizügig verwendet werden können. Bei den analogen Anlagen liess sich z.B. jeder 40-MHz-FM-Sender herstellerübergreifend mit jedem 40-MHz-FM-Empfänger betreiben,

solange beide mit dem gleichen Kanalquarz bestückt waren. Bei den 2,4 GHz-Anlagen sind nicht nur die Sender und Empfänger der verschiedenen Hersteller miteinander inkompatibel, sondern teilweise sogar die Sender und Empfänger des gleichen Herstellers. Jeder Hersteller verwendet sein eigenes Datenprotokoll (= seine eigene Verschlüsselung), die nur von einem solchen Empfänger gelesen werden kann, der exakt zum Sender passt. Und viele große Hersteller (Graupner JR, Robbe Futaba, etc.) verwenden sogar unterschiedliche Datenprotokolle für ihre einzelnen Fernsteuerungen. Ein Futaba T3PKS Pistolensender (= FHSS-Codierung) wird sich also nicht mit einem T4PK-Empfänger (= FASST-Codierung) verstehen.

Ein weiterer Nachteil der 2,4 GHz-Anlagen liegt in ihrer extrem kurzen Wellenlänge begründet: je kürzer die Welle, desto weniger kann sie um Hindernisse und Geländeunebenheiten "herum fließen". Während ein 40-MHz-Modell auch noch hinter einem Wäldchen oder einer Geländekuppe problemlos steuerbar bleibt, sollte sich bei einem 2,4-GHz-Modell kein Hindernis zwischen Sender und Empfänger befinden (= direkter Sichtkontakt zum Modell). Außerdem ist die Übertragung nur in der Luft problemlos - Wasser und alle leitfähigen Materialien (z.B. auch Kohlefaser / CFK!) schirmen das Signal stark ab. Da ein See jedoch glücklicherweise keine Erhebungen aufweist und unsere 152VO-Racer (hoffentlich!) nicht tauchen, sind diese Nachteile für uns weniger relevant als z.B. für Flieger und U-Boot-Fahrer.

Gegenüberstellung 40 MHz- / 2,4 GHz-Anlagen

40 MHz-Anlagen (analoge Codierung)	2,4 GHz-Anlagen (digitale Codierung)
Sender-Empfänger-Bindung durch Steckquarze des gleichen Kanals	Sender-Empfänger-Bindung durch Funkübertragung des Codierschlüssels
Kanalwahl: Steckquarze nötig	keine Steckquarze nötig (automatisches "frequency hopping")
Freizügige Verwendung Sender und Empfänger	Sender und Empfänger müssen kompatibel sein
Antennenlänge Sender: min. 120 cm	ca. 10 cm
Antennenlänge Empfänger: 50-95 cm (je nach Hersteller)	ca. 10 cm
Reichweite: wird durch Geländehindernisse und Wasser stark begrenzt	Reichweite wird durch Geländehindernisse und Wasser stark begrenzt
Störungen durch Doppelbelastung	Störungen nahezu ausgeschlossen
max. Anzahl parallel betriebener Kanäle (je nach Anlage)	max. Anzahl parallel betriebener Kanäle (je nach Anlage)
max. Anzahl parallel betriebener Kanäle (je nach Anlage)	max. Anzahl parallel betriebener Kanäle (je nach Anlage)

Die technischen Sonderfunktionen der "Computer"-Sender

Jeder Sender - egal, ob analog oder "Computer" - verfügt über eine "Servo Reverse"-Funktion, mit der du die Drehrichtung der Servos umschalten kannst. Denn nichts ist unangenehmer, als ein 152VO-Modell, das bei Lenkeinschlag "rechts" linksherum fährt. Ein Klick am (Software-)

Schalter "Servo-Reverse" und das Problem ist erledigt.

Darüber hinaus verfügen "Computersender" über nützliche Zusatzfunktionen, die uns die analogen Sender nicht bieten. Vordergründig erkennt man Computersender an ihrem Display, auf dem im Betriebsmodus i.d.R. die Senderspannung und der gewählte Modellspeicher angezeigt wird. Welche Funktionen sind nun für unsere 152VO-Racer sinnvoll?

"Dual Rate (D/R)" bedeutet, dass der maximale Ausschlag des Servos stufenlos eingestellt werden kann. Wenn du z.B. feststellst, dass dein Racer giftig reagiert, weil dein Außenborder-Lenkswinkel zu groß ist, kannst du die maximalen Lenkausschläge über "Dual Rate" begrenzen. Bei maximalem Lenkeinschlag am Sender wird das Servo dann also nicht mehr auf seine maximale Endstellung fahren, sondern nur noch auf den eingestellten Wert. Oftmals kannst du über Dual Rate den maximalen Servoweg auch vergrößern. Wenn du z.B. eine zu kleine Seilscheibe für deine Außenborderanlenkung eingebaut hast, kannst du die Dual Rate auf Werte über "100%" einstellen. Eine andere Anwendungsmöglichkeit: wenn einmal ein Kind oder ein Unerfahrener deinen Racer steuern möchte, kannst du einfach die Dual Rate auf einen kleineren Wert reduzieren und das Boot damit "entschärfen".

Eine deutliche Erweiterung der "Dual Rate" ist das **"End Point Adjustment (EPA)"**. Wie der Name schon sagt: eine Justierung der (Servo-) Endpunkte. Im Gegensatz zu Dual Rate kannst du bei dieser Funktion die Links- und Rechts-Endpunkte unabhängig voneinander auf separate Werte einstellen. Das kann z.B. dann Sinn machen, wenn du feststellst, dass dein Racer in Linkskurven mehr Lenkeinschlag benötigt als in Rechtskurven. Mit der EPA-Funktion kannst du diese Unterschiede kompensieren.

Die **"Exponentzial (EXP)"**-Funktion legt fest, wie "linear" das Servo auf Steuerbefehle am Sender reagiert. In der Grundstellung (i.d.R. "EXP = 50") verhält sich das Servo ganz normal: je stärker du am Sender einschlägst, desto weiter dreht es sich. Wenn du nun die EXP-Funktion auf höhere Werte stellst (z.B. EXP = 100), wird das Servo bei kleinen und mittleren Lenkeinschlägen am Sender mit (unterproportional) geringer Servodrehung reagieren, bei mittleren bis großen Lenkeinschlägen dagegen mit (überproportional) starker Servodrehung. Senderbefehl und Servoreaktion verhalten sich also nicht mehr linear zueinander, sondern "exponentziell". Das bedeutet in der Praxis, dass du um die Neutralstellung des Servos herum (= Geradeausfahrt) sehr feinfühlig steuern kannst. Trotzdem behältst du bei Vollausschlag weiterhin den gesamten Steuerweg des Servos. Wenn du die EXP-Funktion auf kleinere Werte stellst (z.B. EXP = 0), verhält sich das Servo genau umgekehrt: auf geringe Sender-Lenkbefehle wird es mit (überproportional) starker Servodrehung reagieren, bei großen Sender-Lenkbefehlen reagiert das Servo (unterproportional) feiner.

All diese Werte und Einstellungen müssen in der Praxis "erfahren" werden. Du kannst also die Steuerbefehle am Sender und die Reaktion des Modells so fein aufeinander anpassen, dass der 152VO-Racer für deinen individuellen Geschmack optimal zu fahren ist. Mit den "**Modellsp eichern**"

des Computersenders kannst du sämtliche eingestellten Werte und Funktionen unter einem frei wählbaren Modellnamen abspeichern. Wenn du nun dein Boot wechselst, reicht ein Klick am Sender - und schon stellt er seine Steuerbefehle auf das andere Boot um.

Zwei preiswerte 2,4-GHz-Anlagen im Vergleich

Im folgenden Video möchten wir euch zwei Sender und die dazu gehörenden Empfänger vorstellen, die für unsere 152VO-Racer gut geeignet sind und den Geldbeutel nicht zu stark belasten: eine analoge und eine "Computer"-Anlage. Viel Spass!

Die Empfänger

der 2.4-GHz-Pistolensender sind mittlerweile winzig klein und extrem leicht (meist unter 5 Gramm). In der Regel haben die Empfänger bereits eine **Fail-Safe**-Funktion eingebaut. Das Fail Safe ist eine automatische Sicherheitseinrichtung: damit wird den angeschlossenen Geräten (Servo, Fahrtregler) mitgeteilt, wie sie sich zu verhalten haben, wenn der Empfänger kein Sendersignal erkennt ("Funkstörung"). Bei unseren 152VO-Racern ist der Fall einfach: bei Funkstörung muss sich der Fahrtregler auf "Null" stellen (Antriebsmotor bleibt stehen) und das Lenkungservo dreht sich in Neutralstellung (Boot fährt geradeaus). Die Einstellung des Fail Safes ist in der Bedienungsanleitung deines Senders erklärt. Vor dem Rennen ist die Fail Safe-Funktion unbedingt zu testen! Dazu schaltest du Sender und Empfänger ein, gibst kurz Vollgas (auf dem Trockenen!) und schaltest währenddessen den Sender ab. Der Empfänger hat nun als letzten Senderbefehl "Vollgas" erkannt - und danach nichts mehr. Er muss nun also das Fail Safe aktivieren und den Motor abstellen. Ein Failsafe ist laut Klassenregeln Pflicht. Falls dein Empfänger kein Failsafe eingebaut hat, musst du ein externes Failsafe in deinem Boot nachrüsten. Diese externen Failsafes gibt es für wenige Euro von verschiedenen Herstellern

(z.B. Ansmann) als Einzelbausteine.

Es wird dringend empfohlen, **niemals** Empfänger zu verwenden, die eine sogenannte "Hold"-Funktion aufweisen. Diese Empfänger sind für uns gänzlich ungeeignet. Sie "halten" bei Signalverlust die angeschlossenen Geräte (Servo + Fahrtregler) in der letzten, klar empfangenen Position fest. Das bedeutet: ein Signalverlust bei Vollgas führt dazu, dass das Boot bei Empfangsstörung mit Vollgas weiterfährt (weil der Bootsregler den letzten bekannten Steuerbefehl beibehält)! Wir brauchen jedoch das genaue Gegenteil: das Boot muss bei Empfangsstörung stehen bleiben.

Wichtig ist auch das "**Binding**" von Sender und Empfänger, das ebenfalls vor jedem Rennen neu vorgenommen werden sollte. Durch das Binding wird dem Empfänger mitgeteilt, auf welchen Sender er "zu hören" hat. Damit wird ausgeschlossen, dass der Empfänger auf die Steuerbefehle fremder 2.4-GHz-Sender in seiner Nähe reagiert. Man kann sich leicht ausmalen, wie wichtig das Binding vor einem Rennen ist, da dort mehrere Sender und Empfänger direkt nebeneinander betrieben werden.

Zum Schluss eine Anmerkung zu den **Antennen**: die Empfängerantennen von 2.4-GHz-Anlagen sind (im Gegensatz zu den "langen Strippen" von 40 MHz-Anlagen) sehr kurz. Dementsprechend ist auch die Antennenverlegung recht problemlos. Die Antenne sollte so hoch wie möglich im Boot sitzen, denn 2.4-GHz-Signale werden vom Wasser abgeschirmt. Ebenfalls problematisch sind Metallteile und Kohlefaser: auch sie schirmen die Sendersignale ab. Recht gut ist z.B. eine Verlegung der Antenne direkt hinter den Coamings (Cockpiteinfassungen). Ideal, aber optisch nicht so schön, ist ein senkrechtes Kunststoffröhrchen (kein CFK!!), das durchs Deck ragt und die Empfängerantenne aufnimmt.