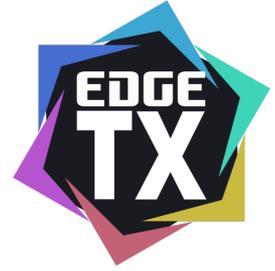


EdgeTx: Das revolutionäre RC-System für Modellflieger



ChatGPT sagt: „EdgeTx hat sich in der Welt der Fernsteuerungssysteme (RC-Systeme) als eine bemerkenswerte Alternative zu herkömmlichen Systemen etabliert. Es bietet Modellbauern eine Vielzahl von Vorteilen, bringt jedoch auch einige Herausforderungen mit sich.“

In diesem Artikel zeige ich einen Blick auf EdgeTx, beschreibe Vorteile, Nachteile und gebe Beispiele für die Programmierung.

Hinten im Dokument eine Liste mit Links ins Internet und auch aktuelle Preise für Sender und Empfänger.

Dieser Artikel ist eng verknüpft mit meinem Beitrag zu ELRS auf meiner Homepage (Berichte 2024 ...), dem neuen Übertragungssystem. Nur mit EdgeTx Steuerungen läuft auch ELRS!

1. Einleitung	2
2. Programmierung - wie geht's denn nun?	3
2.1. EdgeTX ausprobieren am Computer mit EdgeTx Compagnon	4
2.2. Sender in Compagnon definieren	4
2.3. Nochmal die Prinzipien	4
2.4. Programmierung - wie geht's denn nun?	5
2.5. Mischer - jetzt geht's los.	7
3. Simulation	9
4. Überprüfung im Modell	10
5. Was kann EdgeTx noch?	11
5.1. Motorsicherheitsschalter:	12
5.2. Motorlaufzeit / Akkuwarnung	12
5.3. Telemetrie	13
5.4. Display	13
6. Hardware für EdgeTx	13
6.1. Radiomaster TX16S MKII - mein Sender	13
6.2. Was kostet das?	14
7. Überraschung: ChatGPT kann helfen!	14
8. Fazit	16
9. Links	17

1. Einleitung

Jede heutige Fernsteuerung hat ein Betriebssystem. Wir sehen das als die Menüs, in denen wir die Steuerungsparameter einstellen: Laufrichtung der Servos, Begrenzung der Ausschläge, Dual Rate, langsames Ausfahren der Landeklappen, ... Immer, wenn wir am Platz mit dem Finger auf dem Bildschirm rumtappen oder an einem Rädchen des Senders drehen und drücken, dann versuchen wir, über das Betriebssystem die Ausgaben auf den Servos anzupassen.

Jede Firma in der Branche hat ein anderes Betriebssystem mit einer anderen Menüführung. Beim Kauf eines neuen Senders wissen wir schon, dass wir uns - mal mehr, mal weniger - neu einlernen müssen, oftmals sogar, wenn wir beim gleichen Fabrikat bleiben und nicht etwa von Graupner zu Futaba oder Spektrum zu Jeti wechseln. Und der User stellt oftmals fest, dass er mit dem neuen System gar nicht klar kommt, sie Menüs und Submenüs erscheinen unlogisch angeordnet oder die Bezeichnungen sind merkwürdig. Mir ist das z. B. bei Multiplex so gegangen: Ich hatte die 12 Kanal Royal Anlage mehr als 10 Jahre, aber die Programmierung eines vier-Klappen Seglers dauerte mal 20 Minuten und ein halbes Jahr später 2 Tage. Ich hab's einfach nicht verstanden, die Programmierer denken offenbar völlig anders als ich. Dennoch, von Multiplex war und bin ich immer noch immer voll überzeugt: Qualität und Sicherheit sind hervorragend, niemals hätte ich gewechselt, wenn da nur die Programmierung nicht wäre. Und es liegt eindeutig an mir: Andere Piloten auf dem Platz haben keinerlei Probleme, ich jedoch bin wohl für Multiplex zu doof.

EdgeTx ist ein anders Betriebssystem. Es ist nicht an ein Fabrikat gebunden, sondern es handelt sich um eine freie Entwicklung im Internet. Ein engagiertes Team hat es in den letzten 10 Jahren aufgebaut und arbeitet ständig weiter. Der Entwicklungsstand ist schon nahe an Perfektion, es gibt auf den ersten Blick nichts, was es nicht gibt und es scheint nichts zu fehlen.

Hervorgegangen ist EdgeTx aus OpenTx, einer Open Source Entwicklung, im Internet gemeinsam mit der Fa. FrSky entwickelt. FrSky hat sich jedoch von der Internetentwicklung abgetrennt, entwickelt OpenTx unter dem Name ETHOS weiter und hat damit ein eigenes, proprietäres Betriebssystem.

EdgeTx läuft aber nicht auf einen beliebigen Sender der etablierten Firmen wie Graupner oder Spektrum. Es gibt mehrere Hersteller wie Radiomaster, Jumper oder FrSky (alte Sender), die speziell für dieses System in engster Abstimmung mit den Programmierern von EdgeTx Sender bauen und vertreiben. Die Bandbreite reicht von kleinen Joysticksendern (80 - 120 €), ideal für HLG, über kleine und handliche 10-12 Kanal Typen (100 - 150 €) bis zu voll ausgestatteten 16 Kanal Sendern mit zwei Steuerknüppeln + 8 Schaltern + 2 Schieberegler + 2 Drehregler + 2 unabhängigen Trimschaltern für 250 - 300 €. Die Qualität ist hervorragend, die Steuerknüppel haben zumeist verschleissfreie Hallsensoren statt Poties, die Touchdisplays sind zumeist in Farbe mit guter Auflösung. Sollte mal etwas kaputt gehen (Schalter abgebrochen ...), gibt es Ersatzteile schnell und günstig im Internet zu kaufen und man kann alles selbst einbauen.

Der Vorteil für uns Modellflieger liegt bei der Hardware also im Preis: Die Sender sind extrem günstig. Klar, denn die Hersteller brauchen ja nichts in die Softwareerstellung und Pflege zu investieren, und dieser Teil eines neuen Senders kostet den Hersteller heute mehr als die Hardware, also Gehäuse, Platinen und Display, Sticks und Schalter.

Ein voll ausgestatteter 16 Kanal Sender von Radiomaster kostet etwa 270 € incl. Akku, während man für einen 10 Kanal Spektrum Sender etwa 600 € zu zahlen hat.

Steuerungen mit EdgeTx finden inzwischen eine große Verbreitung. Mit 4-in-1-Sendemodul kann man / (fast) alle anderen Empfänger betreiben und mit ELRS Modul ist man zukunftssicher auf viele Jahre.

2. Programmierung - wie geht's denn nun?

Wenn - wie oft gesagt - die Lernkurve steil ist, was daran ist denn nun schwierig? Was an der Logik ist denn nun anders? Welchen Komfort hat man, was hat man nicht?

Wie oben schon geschrieben, für mich war und ist EdgeTx vollkommen logisch aufgebaut. Die Schwierigkeiten kamen für mich hauptsächlich daher, dass es fast immer mehrere Möglichkeiten gibt, etwas einzustellen. Am Anfang macht man es mal so, mal so. Dann sucht man natürlich bei Veränderung die richtige Stelle zur Korrektur.

Mit der Zeit aber gewöhnt man gewisse Standards an, und dann hat man bei allen Modellen die jeweilige Einstellung (DualRate, Servoausschläge, ...) immer an der gleichen Stelle.

Das Grundprinzip bei EdgeTx ist der ganz klare logische Weg



Inputs sind die Signale, die von den Steuerknüppeln kommen. Diese liefern mechanisch/elektronisch ja immer den Bereich von -100% bis +100%. Soll das nicht so sein, z.B. will man mit einem DualRate Schalter die Ausschläge fürs Thermikkreisen entschärfen auf 80% oder 60%, so wird das bei EdgeTx bereits an dieser Stelle gemacht, im Bereich Inputs. Ebenso wird hier Expo eingestellt, denn das ist ja letztlich nur die Entschärfung der Ausschläge in der Mittellage - eigentlich könnte man das ja auch mit etwas feinfühligere Betätigung der Knüppel erreichen.

Mixer ist der Bereich, in dem die Inputs in Funktionen umgerechnet werden und der letztlich den Output liefert, den die Servos umsetzen. Hier wird der 50% Rechtsausschlag des Querruderknüppels in einen +50% Ausschlag nach oben fürs rechte Querruder umgesetzt und der gleiche Knüppelausschlag sorgt für einen -50% Ausschlag nach unten. Hier wird fürs Seglerkreisen etwas Querrudersignal aufs Seitenruder gegeben, hier wird beim Gasgeben etwas Tiefe zugemischt, damit das Modell nicht senkrecht wegsteigt.

Output sind die Servos, die ja die Mixersignale empfangen und umsetzen. Hier wird die Mittenstellung der Ruder korrigiert, wenn es nicht ganz passt, hier wird die Laufrichtung umgedreht, hier wird ein Maximalausschlag gesetzt, damit die Ruder nicht anschlagen bei Vollausschlag.

Diese Logik ist implementiert, und man tut gut daran, sie auch konsequent umzusetzen. Natürlich kann man Expo auch im Mixerbereich einstellen, natürlich kann man die Drehrichtung auch bei Inputs vertauschen, aber man handelt sich in der Regel Schwierigkeiten ein.

2.1. EdgetX ausprobieren am Computer mit *EdgeTx Compagnon*

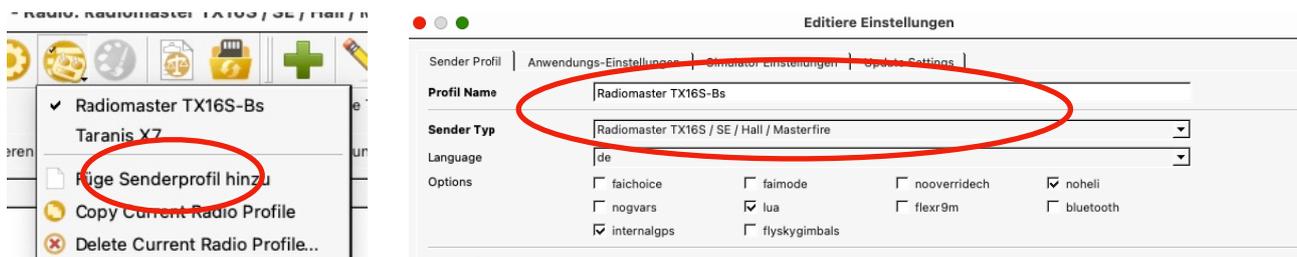
Großer Vorteil von EdgeTx ist, dass man sowohl am Sender wie auch am Computer alle Parameter einstellen kann. Man startet mit einem neuen Modell immer am Computer. Es ist einfacher als auf dem Touchdisplay des Senders, und man kann alles an einem eingebauten Simulator überprüfen.

Hat man noch nie EdgeTx benutzt, empfiehlt es sich, vor dem Senderkauf mal am Computer zu testen. Dazu lädt man sich die Software EdgeTx Compagnon herunter und startet einfach mal. Man stellt den gewünschten Sender ein (z.B. Radiomaster 16TX) und dann gehts los. Hat man ein Modell programmiert, verbindet man den Sender mit dem Computer und lädt das/die Modelle auf den Sender. Gleichzeitig speichert man den aktuellen Programmierstand auf dem Rechner und kann so immer wieder auf diese Version zurückgreifen. Hat man auf dem Flugplatz Parameter (Trimmung, Expo, ...) verstellt, schließt man zu Hause den Sender wieder an den Computer an und speichert den aktuellen Stand unter aktuellem Datum.

Machen wir es doch einfach mal!

2.2. Sender in *Compagnon* definieren

Hat man noch keinen Sender und will einfach mal testen, so stellt man am besten den *Radiomaster TX16S* ein. Die vielen Parameter interessieren zunächst nicht



2.3. Nochmal die Prinzipien

EdgeTx hat keine Voreinstellungen wie z.B. SnapFlap oder Höhenmischung bei Gas oder einen eigenen Menüpunkt für Differenzierung. All das geschieht im überaus mächtigen Mischermenü.

Wie oben schon beschrieben, hat EdgeTx statt vieler einzelner Submenüs eine einfache und klare Programmierphilosophie: INPUTS —> MISCHER —> OUTPUT.

INPUTS sind erst mal die vier Funktionen der beiden Steuerknüppel in der Standardreihenfolge AETR = Quer, Höhe, Gas, Seite. Das sollte man nicht verändern, bringt nur Probleme.

OUTPUT sind die Servos im Modell. Auf der Servo-Seite in Compagnon gibt man den Servo Namen (QRch für Querruder rechte Fläche, Höhe für HR Servo, WKLin für Wölbklappen links ...), Reihenfolge so, wie man es gewohnt ist oder wie es gerade passt.

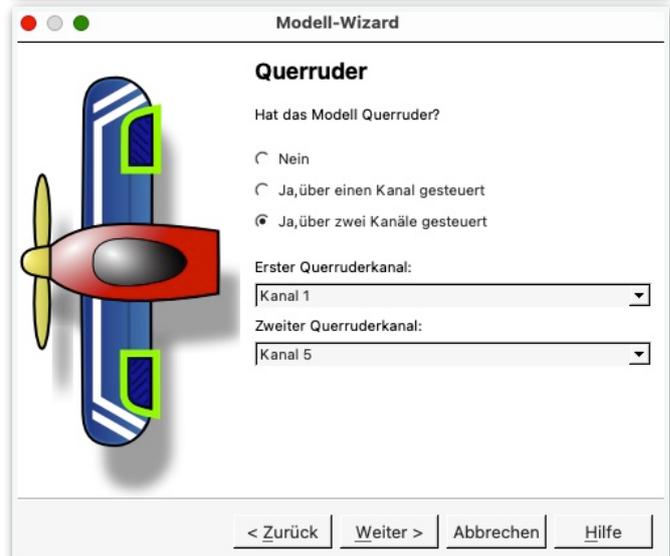
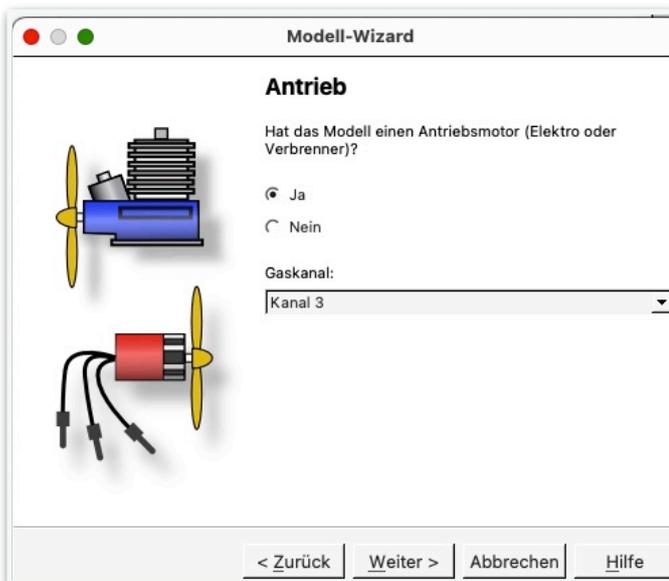
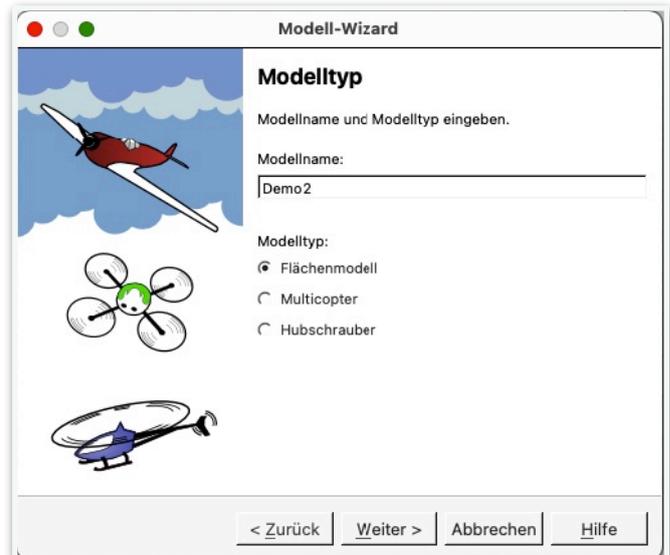
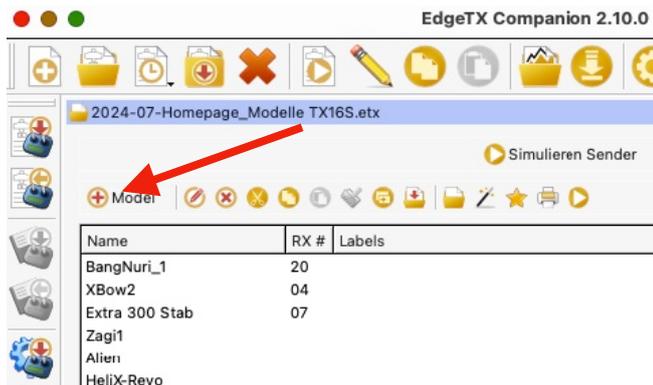
Im MISCHER Menü tauchen dann die Servos in der Reihenfolge auf, wie sie unter Output benannt wurden. Und dann ordnet man einen Input dem Servo zu. Alles, was man an Funktionalität haben möchte, wird dann hier in den einzelnen Zeilen eingestellt und über zusätzliche Zeilen hinzugefügt.

2.4. Programmierung - wie geht's denn nun?

Gehen wir die einzelnen Schritte durch für ein Modell mit Motor, Querruder und normalem Leitwerk:

Wir öffnen am Rechner das Programm *EdgeTx Companion*. Hat man das ganz neu installiert, legt man zuerst den Sender an (s.o). Ich empfehle Radimaster TX16S. Die Parameter auf den Senderseiten braucht man jetzt nicht.

Dort legen wir ein neues Modell an durch klicken auf das Symbol „plus-im-Kreis“. Es öffnet sich der Wizzard, mit dem die wichtigsten Parameter des Modells erfasst werden:

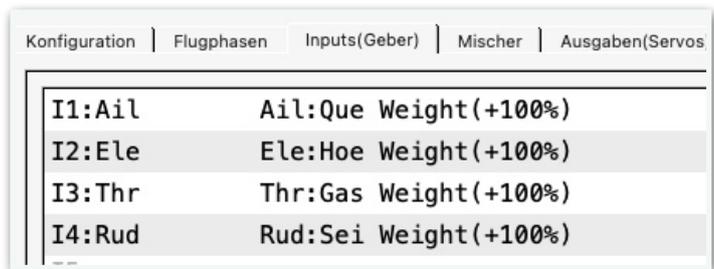


Typischen Modellvarianten sind möglich: Fläche/Delta, Normal/V-Leitwerk, mit/ohne Querrudern, 1 oder 2 Kanäle für Querruder. Die Kanalzuordnung lassen wir einfach wie vorgeschlagen.

Damit ist das neue Modell in der Liste der Modelle aufgeführt. Doppelklick auf die Zeile bringt uns zu den spezifischen Einstellungen dieses Modells.

Es öffnet sich ein großes Fenster mit den Reitern Konfiguration, Flugphasen, Inputs, Mischer, ...

Inputs: Springen wir gleich in das Fenster *Inputs*. Hier sehen wir die vier Kanäle mit den Steuerknüppelfunktionen.



Das sind die Signale der Knüppel. Da möchte man natürlich auch Expo haben und auch DualRate, also eine Reduzierung der Steuerwege. Klicken wir auf eine Zeile, öffnet sich ein Menüfenster.

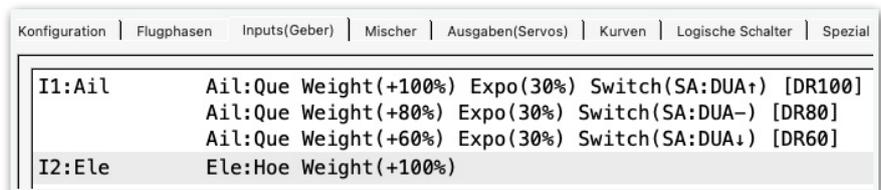
Wir stellen hier unter *Gewichtung* den Maximalausschlag ein, hier 100%. Und unter *Kurve* wählen wir statt *Diff* den Eintrag *Exp* und setzen das z.B. auf 30%. Wann soll diese Einstellung 100% gelten? Unter *Schalter* wählen wir den Schalter am Sender ein, mit dem wir immer DualRate umschalten, hier der Schalter SA:DUA↑, links oben auf dem Sender. Der Pfeil hoch zeigt die Stellung an: **Der Schalter zeigt von uns weg.**



Unter Info Name tragen wir DR100 ein, wir sehen gleich, warum.

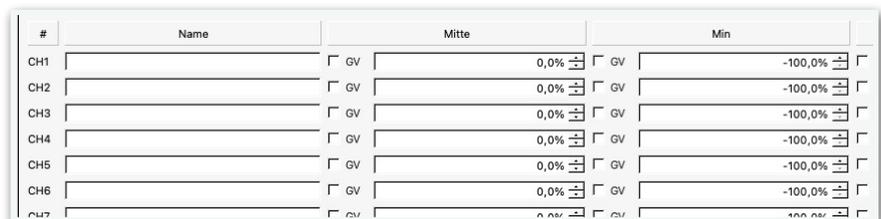
Nun wollen wir aber doch umschalten!?! Rechtsklick auf die Zeile und dann duplizieren. Und noch einmal duplizieren. Jetzt

haben wir die Zeile drei mal und wir editieren die beiden anderen und setzen die Gewichtung auf 80% und auf 60%. Die Info Namen passen wir an und natürlich auch die Schalterstellung, in denen die jeweilige Zeile aktiv sein soll. SA:DUA- ist die Mittelstellung und SA:DUA↓ ist Schalter zu uns.



Die erste Zeile sagt uns also, dass bei Schalterstellung SA:DUA↑ der volle Knüppelausschlag übertragen wird und das Signal mit einem Expo von 30% im Mittelsbereich „entschärft“ wird.

Servos einstellen kommt als nächstes. Alles ist leer. Hier tragen wir zunächst nur unter Name ein, welches Servo an welchem Ausgang des Empfängers angeschlossen sein wird.



Bei EdgeTx gibt es die AETR-Konvention: Airleron, Elevator, Throttle, Rudder, also Quer(rechts), Höhe, Gas, Seite. und da wir ja auch noch Quer(links) haben, schreiben wir das in die 5. Zeile. Das sind dann die Servoausgänge am Empfänger: An den ersten Empfängerausgang schließen wir Querruder rechts an, an den zweiten Ausgang das Höhenservo und dann Gas ...

Das bringt uns Übersicht und Eindeutigkeit im folgenden Mischermenü.

2.5. Mischer - jetzt geht's los.

Klicken wir auf die Seite *Mischer*, sehen dieses Bild: In der ersten Spalte sehen wir jetzt CH1 bis CH5 mit den Namen, die wir im Servomenü vergeben haben. Da wir beim Erstellen des neuen Modells einfach den Vorgaben gefolgt sind, passt auch schon die Zuordnung der Inputs I1 bis I4.

CH	Name	Input	Weight
CH1	QRecht	I1:Ail	Weight(+100%)
CH2	Hoe	I2:Ele	Weight(+100%)
CH3	Gas	I3:Thr	Weight(+100%)
CH4	Seite	I4:Rud	Weight(+100%)
CH5	QLinks	I1:Ail	Weight(-100%)
CH6			

Jetzt wollen wir aber beim Querruder drei Nullstellungen haben:

Normal, Thermik mit leichter Absenkung und Landung mit starker Hochstellung. Dazu richten wir im Menü Flugphasen drei Phasen ein, die mit dem Schalter SD:PHA ausgewählt werden. Dann duplizieren wir die erste Zeile zwei mal und stellen dann jede Zeile einzeln ein. Klick auf eine Zeile öffnet dieses Menü, hier für die Zeile mit der Thermikeinstellung für Kanal 5, das linke Querruder.

Wir geben ihr den Namen *QrTher*. Die Quelle ist natürlich Input1, der Querruderinput, heißt hier *I1:Ail*. Gewichtung ist -100, wird automatisch gesetzt. Bei Querruder rechts ist das +100.

In Flugphase Thermik wollen wir ja die Ruder leicht absenken, daher stellen wir als Offset -3 ein. Ob das passt sehen wir später, wenn wir alles im Modell austesten - dann passen wir den Wert auf den richtigen Ausschlag an.

Bei Flugphasen setzen wir den Haken nur in Phase 1, die Thermikphase. Und Mixer verrechnen setzen wir auf Ersetzen (nicht Addieren).

Machen wir das für alle drei Zeilen, dann haben wir folgendes Bild:

```

CH5:QLinks      I1:Ail Weight(-100%) Flugphase(FM0:Normal) [QrNorm]
                := I1:Ail Weight(-100%) Flugphase(FM2:Landung) Offset(25%) [QrLand]
                := I1:Ail Weight(-100%) Flugphase(FM1:Thermik) Offset(-3%) [QrTher]
    
```

Liest sich einfach: In Flugphase 0 steht das Ruder neutral, in der Thermikphase FM2 ist die Nullstellung bei -3%, bei der Landungsphase steht das Ruder zum Bremsen 25% hoch.

Anderes Mischerbeispiel: Gas —> Höhe

Manchmal zieht ja der Segler beim Gasgeben zu stark nach oben. Da wollen wir automatisch mit dem Gasgeben etwas Tiefe aufs Höhenruder geben. Es gibt - wie praktisch immer bei EdgeTx - mehrere Möglichkeiten. Hier eine davon:

Zuerst definiere ich eine Kurve im Compagnon Menü für Kurven:

Klick auf CV1 bringt uns ins Menü für diese Kurve:

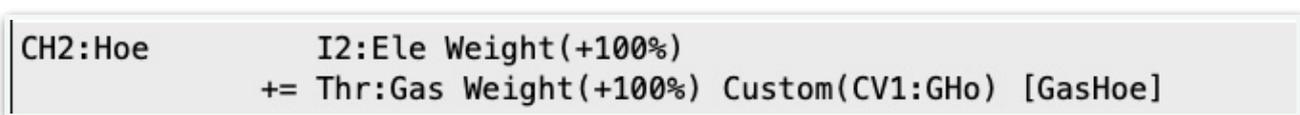
Die Knüppelstellung ist die x-Achse, Gas Leerlauf ist der Punkt ganz links, Vollgas ist ganz rechts. Ohne Motor, im Segelflug soll natürlich das Höhenruder neutral sein, je mehr Gas gegen wird, desto mehr Tiefe soll zugemischt werden.

Im Mischermenü erzeuge ich dann eine neue Zeile unter der Mischerzeile für Höhe und nehme darin folgende Einstellungen vor:

- *Name* dieser Zeile sei GasHoe, die Mischung von Gas auf Höhe.
- *Quelle* ist der Gaskanal.
- *Gewichtung* ist 100%, denn den Ausschlag definiere und begrenze ich mit der Kurve
- *Kurve* CV1:GHoe und wichtig: bei *Mixer verrechnen* steht nun
- ADDIEREN, denn dies soll ja hinzugefügt werden und nicht die die Höhenruderzeile ersetzen

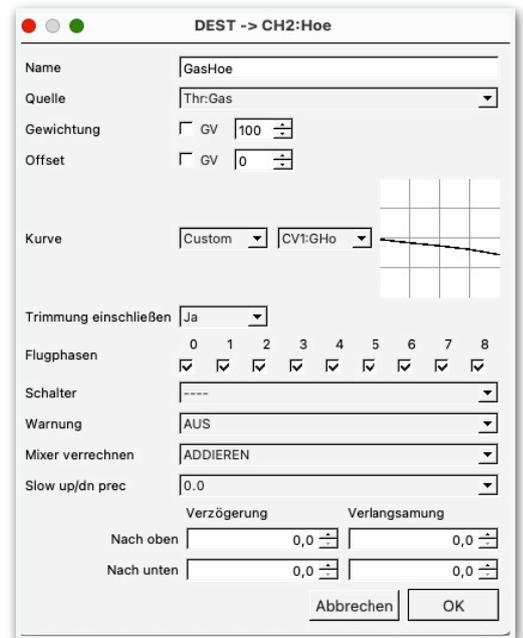
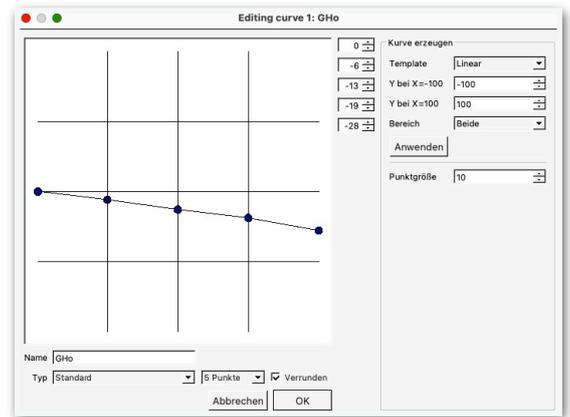
Man könnte jetzt unten noch eine kleine Verzögerung nach oben einbauen, z.B. 1 Sekunde, denn wenn man schlagartig den Gasknüppel nach vorne schiebt, braucht der Motor ja immer einen Moment, bis er auf Vollgas ist und das Modell braucht etwas zum Beschleunigen. Das Höhenruderservo bringt den Ausschlag und damit die Zumischung aber in 0,1 Sekunden. Sofortiger Einsatz dieses Mischers könnte also zu einem kurzen Nicken nach unten führen.

Die Zeilen im Mischermenü sehen dann so aus:



Die Mischer komplett sehen nun so aus:

Jetzt haben wir das einfache Model auf dem Rechner konfiguriert. Aber: Funktioniert das denn nun auch oder haben wir irgendwo einen Fehler gemacht? Wir könnten nun den Empfänger anschließen und das Ganze im Modell testen, aber es geht einfacher:



Konfiguration Flugphasen Inputs(Geber) Mischer Ausgaben(Servos) Kurven Logische Schalter Spezial Funktionen Teler			
CH1:QRecht	I1:Ail Weight(+100%)	Flugphase(FM0:Normal)	[QrNor]
	:= I1:Ail Weight(+100%)	Flugphase(FM2:Landung)	Offset(25%) [QrLand]
	:= I1:Ail Weight(+100%)	Flugphase(FM1:Thermik)	Offset(-3%) [QrTher]
CH2:Hoe	I2:Ele Weight(+100%)		
	+= Thr:Gas Weight(+100%)	Custom(CV1:GHo)	[GasHoe]
CH3:Gas	I3:Thr Weight(+100%)		
CH4:Seite	I4:Rud Weight(+100%)		
CH5:QLinks	I1:Ail Weight(-100%)	Flugphase(FM0:Normal)	[QrNorm]
	:= I1:Ail Weight(-100%)	Flugphase(FM2:Landung)	Offset(25%) [QrLand]
	:= I1:Ail Weight(-100%)	Flugphase(FM1:Thermik)	Offset(-3%) [QrTher]

3. Simulation

Im Compagnon Programm ist unten auf der Seite immer der Button *Simulation*.



Ein Klick drauf bringt diese beiden Fenster; fehlt das rechte, so klickt man in der linken senkrechten Reihe ein wenig herum.:



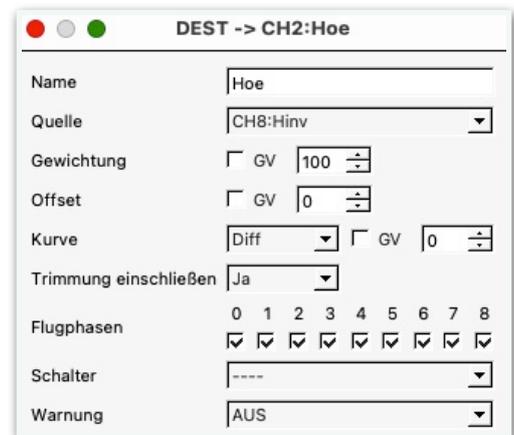
Links sehen wir eine Darstellung des kompletten Senders Radiomaster TX16S mit beiden Knüppeln und allen Schaltern, Dreh- und Schieberegler und den Trimttastern. Rechts das Fenster mit den Outputs, unten der Mischeroutput und oben der Kanaloutput. Der „Sender“ links **ist mit der Maus vollständig bedienbar**. Was sehen wir? Die Knüppel sind in Mittelstellung, Gas ist auf 0 = Motor aus. Bei den Ausschlägen gilt immer: Knüppel voll rechts oder oben = +100% und Ausschlag des Ruders rechts oder nach oben.

Wir sehen hier, dass die Querruder in Nullstellung -3% haben. Warum das? Wir haben den Schalter PHA auf Flugphase Thermik gesetzt (wird auch im Fenster unten angezeigt), und da sollen ja die Querruder leicht nach unten stehen. Alles richtig!

Problem falscher Höhenruderausschlag

Wenn wir Höhe ziehen, geht der Knüppeloutput ins negative und das Höhenruder geht nach unten. Ist nicht richtig, muss invertiert werden. **Dazu niemals im Input oder bei den Mischern fummeln, das bringt Schwierigkeiten!**

Wir machen das wir über einen neuen Mischerkanal HInv, hier bei uns Kanal 8, der den Input der Höhe mit Gewichtung -100 ausgibt, also einfach umdreht. Diesen Kanal 8 nehmen wir nun als Input beim Höhenkanal, und dann stimmt alles:



Jetzt können wir testen: Werden bei DualRate die Ausschläge kleiner? Laufen die Querruderservos in entgegengesetzte Richtung? Geht das rechte Querruder bei Ausschlag recht nach oben? Wird Gas-auf-Höhe richtig herum zugemischt? ...

Wenn das alles stimmt, speichern wir die Programmierung im Computer ab und übertragen alle Einstellungen in den Sender. Nun binden wir den Empfänger an und schließen die Servos im Modell an.

4. Überprüfung im Modell

Erst überprüfen wir die Richtungen der Servos: Laufen alle, wie gewünscht? Falls ein Ruder verkehrt herum läuft, gehen wir ins Servomenü (diesmal am Sender!) und invertieren das Servo dort.

Dann prüfen wir die Nullstellung der Ruder. Wenn dies nicht mechanisch, also über die Einstellung der Gestänge, zu korrigieren ist, gehen wir im *Servomenü* des Senders und geben dort unter *Mitte* einen Offset ein.

Aber was ist mit den Maximalausschlägen der Ruder? In der Anleitung fürs Modell sind - hoffentlich die Maximalausschläge oben/unten bzw links/rechts angegeben. Wenn die Querruder z.B. bei 100% Ausschlag 10 mm nach oben und 6 mm nach unten ausschlagen sollen, dann kann man das etwas komplizierten Einstellungen bei Gewichtung im Mischermenü einstellen.

Einfacher geht es jedoch mit *Kurven*: Wir definieren zunächst im Kurvenmenü für das Querruder rechts die Kurve QR und stellen da ungefähre und kleine Werte ein, z.B. -30 - 0 - +30.

Dann klicken wir die Zeile für Querruder im Mischermenü an und wählen wir nun unter Kurve die Einstellung *Custom* (= Benutzer-definiert) an und dann die Kurve CV2:QR.

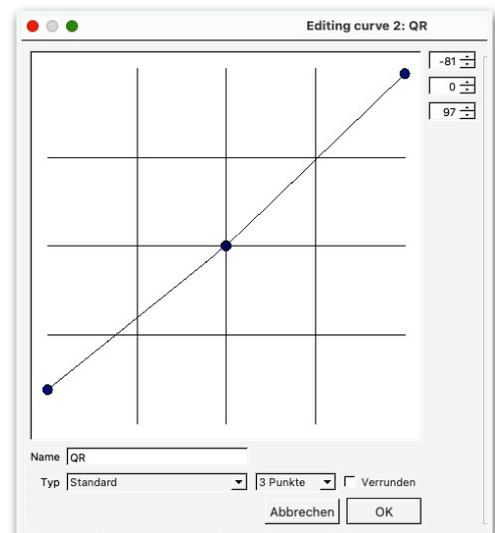
Waren die Ausschläge vorher noch +/- 100, so geht's jetzt nur von -30 bis +30.

Jetzt schließen wir das Modell an und schauen, was die Ausschläge machen. Wahrscheinlich sind sie jetzt viel zu klein.

Im Sender gehen wir jetzt in das *Kurvenmenü*, geben voll rechts damit dem Knüppel und verändern den rechten (oberen) Wert so weit, dass die gewünschten +10 mm da sind. Dann Knüppel ganz nach links und den linken (unteren) Punkt verändern, bis die gewünschten -8 mm passen.

Ideal sollten die Endpunkte im Bereich 80 bis 100 % liegen, sind sie deutlich geringer, sollten die Einhängpunkte des Rudergestänges am Servo oder am Ruderhorn verändert werden. Auflösung und Steuergenauigkeit werden so verbessert.

Nach der Einstellen am Modell sieht die Kurve dann z.B. so aus: die Ausschläge gehen von -81 über 0 auf +97. Passt!



Und die drei Zeilen im Mischermenü für das rechte Querruder in den drei Flugphasen sehen nun so aus:

```
CH1:QRecht      I1:Ail Weight(+100%) Flugphase(FM0:Normal) Custom(CV2:QR) [QrNor]
                := I1:Ail Weight(+100%) Flugphase(FM2:Landung) Offset(25%) Custom(CV2:QR) [QrLand]
                := I1:Ail Weight(+100%) Flugphase(FM1:Thermik) Offset(-3%) Custom(CV2:QR) [QrTher]
```

Wenn alles passt, gehen wir mit dem Sender wieder an den Computer, importieren die Senderdaten und speichern so den aktuellen Stand ab.

5. Was kann EdgeTx noch?

Die vollständige Aufzählung wäre ewig lang, einige typische Dinge:

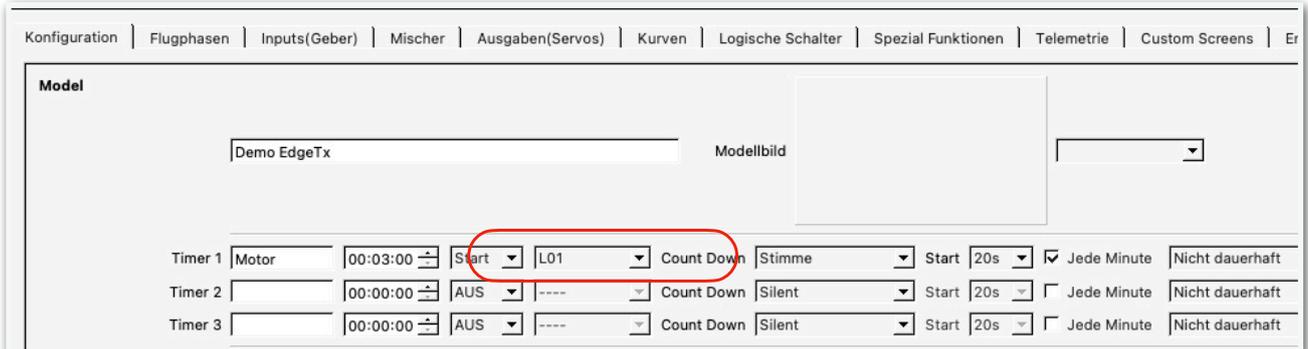
5.1. Motorsicherheitsschalter:

Ich habe grundsätzlich den 2-Stufen-Schalter SF als Motorschalter eingerichtet. Im Menü *Spezial Funktionen* setze ich eine Zeile: Wenn SF von mir weg zeigt, wird der Gaskanal auf -100 = Gas in Leerlauf/ Nullstellung gesetzt. Bei Bewegung des Gasknüppels tut sich dann gar nichts, nur wenn ich den den Schalter ziehe, läuft der Motor entsprechend der Gasstellung.



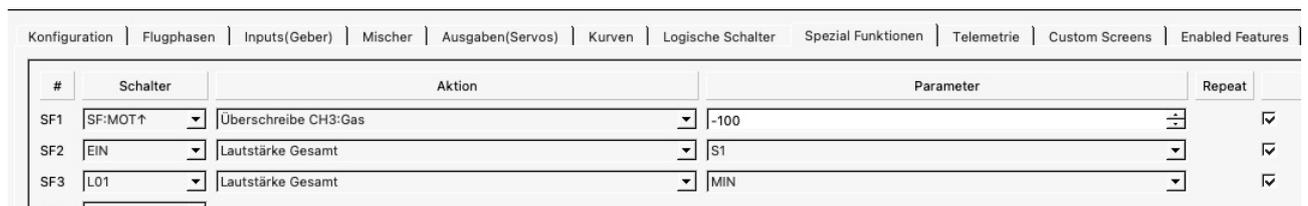
5.2. Motorlaufzeit / Akkuwarnung

Ein logischer Schalter wird eingerichtet, der auf JA springt, wenn man mehr als 20 % Gas gibt, also Gasknüppelschalter größer als -80% ist. Gas geht von -100% bis +100%, also bedeutet -80%, das 10% Gas gegeben wird.



Dann setze ich unter Konfiguration den ersten Timer auf die maximale Motorzeit (hier 3 Minuten), und löse den Timer mit dem logischen Schalter aus. Immer, wenn ich Gas gebe, läuft der Timer an und zählt von den drei Minuten runter. *Stimme* und *20 Sekunden* bewirkt, dass jede verbrauchte Minute über Laufsprecher ausgegeben wird und wenn nur noch 20 Sekunden Motorlaufzeit verbleiben, wird jede Restsekunde im Countdown ausgegeben: „20 Sekunden ... 19 Sekunden ... 18 Sekunden ...“

Mit dem gleichen logischen Schalter könnten wir auch gleich bei einem E-Segler das Variopiepen abschalten im Motorsteigflug. Nervt doch manchmal ...



In den Spezial Funktionen haben wir im Bild oben drei SF definiert:

- SF1 schaltet ja den Motor aus über den Schalter MOT↑
- SF2 mit *EIN - Lautstärke gesamt - S1 - Häkchen* geben wir die Lautstärke der Durchsagen und des Varios auf den Drehregler S1
- SF3 nutzt den logischen Schalter L01 (der ja auf JA springt, wenn der Gasknüppel mehr als 20% hochgeschoben ist) zum Setzen der Lautstärke auf -100, also auf stumm.

5.3. Telemetrie

Alles was es an Telemetrie gibt und eingebaut ist, wird übertragen und angezeigt und auf Wunsch auch angesagt. Standard sind Empfangsstärke des Empfängers und Versorgungsspannung im Modell. Manche Empfänger haben ein Vario schon eingebaut, bei anderen kann man ein externes Vario anschließen. ...

5.4. Display

Das Sendergehäuse ist schwarz. Aber das Display kann alle Farben darstellen. Das gibt es jetzt nicht nur das Standard-EdgeTx Hintergrund, sondern noch duzende verschiedene Stile von Elegant bis Bunt. Kann man ändern, muss man nicht.

Gut aber ist, dass man Fotos deines Modells einladen kann und auf den Seiten des Displays darstellen kann. Nie mehr das falsche Modell auswählen ...

6. Hardware für EdgeTx

6.1. Radiomaster TX16S MKII - mein Sender

Der Radiomaster TX16S ist ein „vollständiger“ Sender in Normalgröße. Es gibt auch Senderpulte dazu, falls man ihn nicht nur „in-der-Hand“ halten will.

Der Sender hat volle 16 Übertragungskanäle. Er hat ein Farbdisplay mit Touchbedienung, kann aber auch per Rollrad bedient werden. Datenübertragung an den Computer und Laden des Senderakkus geschieht über USB-C Kabel. Man kann also - wenn es knapp ist - bei der Fahrt zum Platz den Sender im Auto noch ein wenig nachladen. Die Steuerknüppel haben (teure) Hallsensoren statt Potis und sind somit verschleissfrei.

Bei Defekten (Schalter abgebrochen, Display durch Dummheit zerstört ...) sind Ersatzteile günstig im Internet zu bestellen und einfach selbst einzubauen.

Der Sender kann mit 4-in1 Modul betrieben werden und dann mit vorhandenen Empfängern von Graupner, Multiplex, Futaba, Spektrum und 70 anderen Marken verbunden werden. Er kann aber auch mit dem aktuellen und höchst interessante ELRS Sendemodul betrieben werden.

Einsatz des Senders als Steuerung für einen Flugsimulator am PC ist ebenfalls höchst einfach: Rudimentäres Modell ohne viele Features einrichten, Sender einschalten, USB-C Kable vom Computer zum Sender stecken. Dann kommt ein drei-Punkte Menü hoch, in dem man „Joystick“ auswählt und alle Kanäle werden übertragen. Funktioniert auf Windows und auf Apple völlig problemlos. Dank der Hallsensoren macht man sich auch nicht die Potis an den Knüppeln kaputt, wenn man ein Vierteljahr täglich Hubschrauberschweben übt ...

Sender von Radiomaster und von Jumper wurden in enger Zusammenarbeit mit dem EdgeTx-Team entwickelt und intensiv getestet. Sie funktionieren! Auf der EdgeTx Internetseite gibt es die Aufstellung der kompatiblen Sender.

6.2. Was kostet das?

Nehmen wir an, wir wollen alles radikal auf Radiomaster mit ELRS umstellen und haben einige Modell im Keller, die mit neuen Empfängern ausgerüstet werden müssen:

Sender TX16S MKII + Akku 256 €
(ELRS)



ELRS Empfänger Radiomaster

4-Kanal	19 €
5-Kanal	24 €
6-Kanal	31 €
8-Kanal	42 €
6-Kanal Segler	36 €
6-Kanal Segler mit Vario	42 €
8-Kanal Segler	42 €
8-Kanal Segler mit Vario	48 €



Andere Anbieter:

BetaFPV 14-Kanal Empfänger mit Diversity
über 2 Empfangseinheiten (statt 2 Antennen!) 33 €

Copyright der Bilder bei Radiomaster und BetaFPV

Es könnte sich also lohnen, den bisherigen Sender und die Empfänger - falls sie nur wenige Jahre alt sind - auf RC-Network oder bei Kleinanzeiger zu verkaufen und alles neu zu beschaffen. Der finanzielle Verlust wird wahrscheinlich gering sein



7. Überraschung: ChatGPT kann helfen!

In der Einleitung hatte ich schon ChatGPT zitiert mit einer allgemeinen Aussage zu EdgeTx. Allerdings kann ChatGPT auch bei der Problemlösung helfen!

Hier gebe ich bei ChatGPT die Frage ein: *Wie und wo in EdgeTx stelle ich ein, dass der aktuelle Höhenwert, gemessen über Vario, über eine Schalterstellung durchgesagt wird?*

ChatGPT gibt folgende Antwort:

Um in EdgeTx den aktuellen Höhenwert, der über ein Vario gemessen wird, per Sprachausgabe durch eine Schalterstellung auszugeben, sind folgende Schritte erforderlich:

Schritt-für-Schritt Anleitung

1. Sensor einrichten:

- Stelle sicher, dass der Vario-Sensor korrekt mit deinem Empfänger verbunden ist und die Telemetriedaten empfangen werden.
- Gehe zu [Seite: **Telemetrie**] und führe einen **Sensor-Suchlauf** durch, um den Vario-Sensor zu erkennen und hinzuzufügen.

2. Sprachdateien vorbereiten:

- Stelle sicher, dass die entsprechenden Sprachdateien auf der SD-Karte im Transmitter vorhanden sind. Diese Dateien sollten sich im Ordner **SOUNDS/ {language}** befinden, wobei {language} das Sprachkürzel wie "en" für Englisch ist.

3. Logische Schalter einrichten:

- Gehe zu [Seite: **Logische Schalter**].
- Erstelle einen neuen logischen Schalter (z.B. L1), der bei Betätigung des gewünschten Schalters aktiviert wird.
 - **L1: SA↑** (wenn Schalter SA nach oben geschaltet ist)

4. Spezialfunktionen einrichten:

- Gehe zu [Seite: **Spezialfunktionen**].
- Erstelle eine neue Spezialfunktion:
 - **SF1:**
 - **Aktivierungsquelle:** L1 (der logische Schalter, der durch deinen physikalischen Schalter ausgelöst wird)
 - **Funktion:** Play Value
 - **Quelle:** Alt (oder der Name des Höhen-Telemetriesensors)
 - **Aktivieren:** Setze ein Häkchen

Detaillierte Anleitung:

1. Sensor einrichten:

- Drücke lange auf die Taste [PAGE], um das **Telemetrie-Menü** aufzurufen.
- Wähle [Sensor-Suchlauf] und bestätige mit [ENTER].
- Der Vario-Sensor sollte automatisch erkannt und hinzugefügt werden. Überprüfe, ob der Höhenwert korrekt angezeigt wird.

2. Logische Schalter einrichten:

- Drücke die Taste [PAGE], bis du zu den **Logischen Schaltern** gelangst.
- Wähle einen freien logischen Schalterplatz (z.B. L1).
- Stelle L1 ein:
 - **Funktion:** a→x

- **Quelle:** SA (oder der gewünschte Schalter)
- **Wert:** ↑ (Schalter nach oben)
- **Dauer:** 0 . 0
- **Durchlauf:** 0 . 0

3. Spezialfunktionen einrichten:

- Drücke die Taste [PAGE], bis du zu den **Spezialfunktionen** gelangst.
- Wähle eine freie Spezialfunktion (z.B. SF1).
- Stelle SF1 ein:
 - **Quelle:** L1
 - **Funktion:** Play Value
 - **Parameter:** Alt (oder der spezifische Name des Höhenwertes)
 - **Aktivieren:** Setze ein Häkchen

Zusammenfassung

Durch diese Einstellungen wird der aktuelle Höhenwert, gemessen über das Vario, bei Betätigung eines bestimmten Schalters per Sprachausgabe wiedergegeben. Dies nutzt logische Schalter zur Auslösung und Spezialfunktionen zur Ansage des Telemetriedatenwertes.

Ist nicht schlecht, oder? Ich habe es etwas einfacher gemacht, ohne den logischen Schalter, aber die Antwort ist super!

p.s. Dank an Stefan Seifert, der mich auf diese Hilfe durch ChatGPT hingewiesen hat!

8. Fazit

Ich persönlich komme mit EdgeTx deutlich besser zurecht als mit den anderen Systemen, die ich bislang hatte (Multiplex und Spektrum). Für mich ist das ganze einfach logischer aufgebaut. Viele Möglichkeiten sehe, besser: erahne ich, habe sie aber bisher nicht genutzt. Es gibt viele Musterprogrammierungen im Netz, doch sind diese Programmiervorlagen (4-Klappen-Segler, Hangflugsegler, HLG, ...) für mich oftmals viel zu umfangreich: Beim HLG 7 Flugphasen? Drei sind bei mir schon mehr als genug! Das deutsche Manual findet sich auch im Netz.

Compagnon und die Programmierung am PC nutze ich gern. Läuft der dortige EdgeTx-Simulator richtig, ist das meiste geschafft. Sind Veränderungen oder Erweiterungen in der Modellprogrammierung nötig, ist das am großen Bildschirm einfacher als auf dem Senderdisplay. Mache ich etwas in Compagnon, speichere ich den aktuellen Stand (aller Modelle!) mit einem Klick auf dem PC. Immer unter dem aktuellen Datum. So kann ich alte Stände - die vielleicht doch praktischer waren - immer wieder hochholen und Irrtümer korrigieren.

Positiv sind natürlich die relativ geringen Kosten von Sendern und Empfängern. Und mit ELRS hat man eine überragende Sicherheit in der Funkstrecke - da finden *Störungen* wirklich nur noch zwischen den Ohren statt!

Negativ ist, zumindest am Anfang, der riesige Umfang der Möglichkeiten. Da verirrt man sich manchmal, programmiert mal so, mal so. Im Laufe der Zeit entwickelt man aber seinen persönlichen Stil und die Programmierung wird schneller und von Modell zu Modell gleicher.

Das **Fazit der künstlichen Intelligenz (ChatGPT)** lautet:

EdgeTx stellt eine leistungsstarke und flexible Lösung für Modellbauer dar, die bereit sind, sich mit

der Materie auseinanderzusetzen. Die Vorteile wie Anpassungsfähigkeit, breite Unterstützung und erweiterte Telemetriefunktionen überwiegen die Nachteile wie die steile Lernkurve und die Komplexität der Benutzeroberfläche. Mit Engagement und der Nutzung der verfügbaren Ressourcen können Benutzer das volle Potenzial von EdgeTx ausschöpfen und ihre RC-Erfahrungen auf ein neues Niveau heben.

9. Links

EdgeTx [auf github](#)

EdgeTx Compagnon [Download der PC Software](#)

EdgeTx [unterstützte Sender](#)

EdgeTx [Manual deutsch](#)

Radiomaster in Deutschland [bei Mahmoudi](#)

Radiomaster [Sender China](#)

Radiomaster EU = [TECRC in den Niederlanden](#)

Jumper RC [Unternehmensseite China](#)

Jumper RC [bei AliExpress](#)

RC-Network: [Erfahrungen mit der Radio Master TX16s](#)

EdgeTx auf [Youtube in deutscher Sprache](#)