

1 Core Flugphasen Schaltpfade

1.1 Grundlagen

Maximal können $5+8 = 13$ Flugphasen mit der Core eingerichtet werden. Die 5 Flugphasen im Stamm besitzen eine Priorität von links nach rechts, die 8 Flugphasen in der Baumkrone haben immer die niedrigste Priorität, sofern weitere Flugphasen im Stamm definiert sind. Zudem unterscheidet sich die Logik zum Einstellen von Flugphasen im Stamm von der Logik in der Krone, optisch sichtbar an den Verzweigung in der Krone.

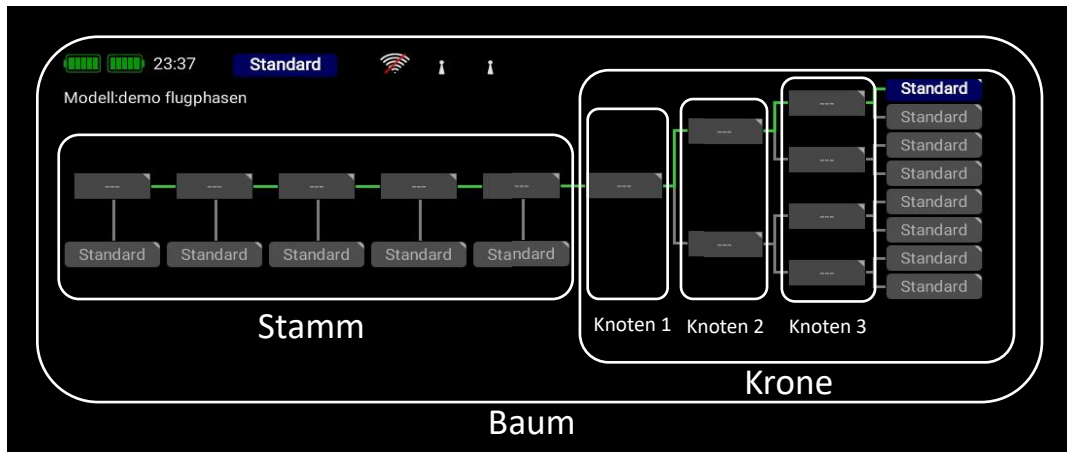


Abb.: 1 Flugphasen

Im Stammbereich kommt man von einer Flugphase links mit höherer Priorität in eine Flugphase rechts mit niedrigerer Priorität nur, wenn alle Geber der Flugphasen mit höherer Priorität auf AUS stehen. In obiger Abbildung ist noch kein Geber im gesamten Flugphasenbaum gesetzt, es stehen also praktisch sämtliche Geber auf AUS und man sieht den Pfad zur aktiven Flugphase grün eingefärbt, die aktive Flugphase selbst ist blau hervorgehoben (oben rechts in der Krone). Der Name der aktiven Flugphase wird zusätzlich neben der Uhrzeit angezeigt. Knoten 1, Knoten 2 und Knoten 3 stellen jeweils einen Geber dar. Das bedeutet wird ein Geber in Knoten 3 gesetzt, erscheint derselbe Geber 4-mal im oben dargestellten Bereich des Knoten 3. Wird ein Geber im Knoten 2 Bereich gesetzt, so erscheint er 2-mal in der grafischen Darstellung. Welchen Nutzen hat man von der Priorität? Möchte man mehr als 3 Flugphasen realisieren, benötigt man mindestens zwei physikalische Schaltgeber. Hat man in der Praxis beispielsweise 4 Schalter zur Flugphasensteuerung im Einsatz, kann man dank der Priorität einen dieser 4 Schalter als Schalter mit der höchsten Priorität festlegen, also im Baum derjenige Schalter, der am weitesten links steht. Dann kann man mit diesem Schalter unabhängig von der Schalterstellung der übrigen 3 Schalter immer in eine bestimmte Flugphase gelangen, beispielsweise „Landung“, um immer sicher landen zu können. Die Flugphase „Landung“ hat dann „Priorität“. Da dieses Verhalten meist gewünscht wird ergibt es sich in der Praxis, dass die meisten Anwender im Baum von links nach rechts den Flugphasenbaum befüllen. Würde man, um beim Beispiel mit 4 Schaltern zu bleiben, alle Flugphasen in der Baumkrone realisieren, dann sind alle Flugphasen gleichrangig bezüglich Priorität. Um eine bestimmte Flugphase einzustellen, muss der Pilot 4 Schalter in die konfigurierte Position der Flugphase bringen. In der Praxis wird man daher immer mindestens eine Flugphase im Baumstamm erstellen, um die Eigenschaft der Priorität nutzen zu können. Benötigt man nicht mehr als 1 Schaltgeber um 2 oder 3 Flugphasen zu steuern, dann spielt Priorität wiederum keine Rolle. Da der Stamm für die meisten Anwender einfacher zu verstehen ist als die Krone werden die meisten 3 Flugphasen mit einem 3-Stufenschalter eher im Stamm als in der Krone realisieren.

1.2 Anwendungsfälle

Wie man 3 Flugphasen mit einem 3-Stufenschalter im Stamm realisiert wird in der Bedienungsanleitung der Core erklärt, dieses Wissen wird hier vorausgesetzt. Die folgenden Anwendungsfälle gehen auf erweiterte Szenarien in der Konfiguration der Schaltpfade ein

1.2.1 Fünf Flugphasen mit zwei 3-Stufenschalter im Baumstamm

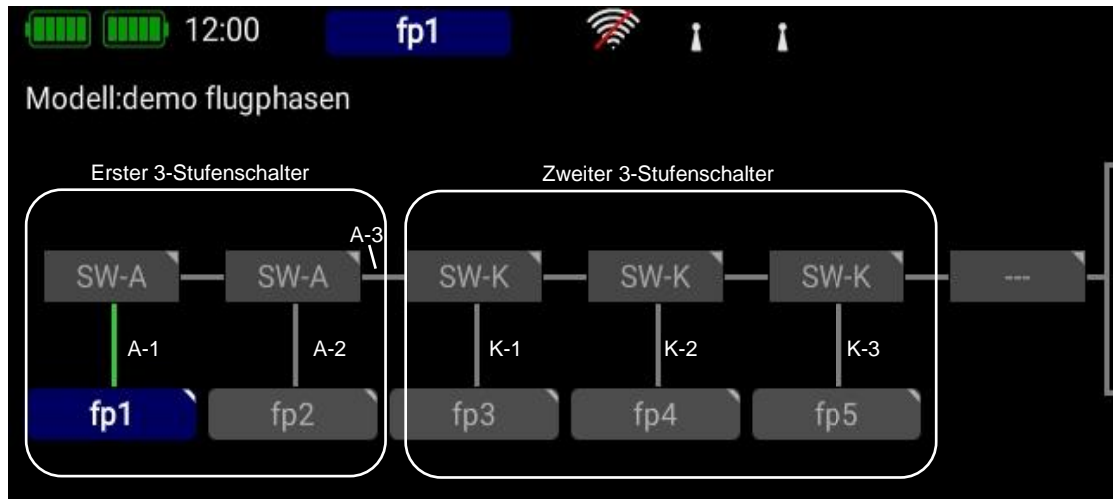


Abb. 2: Fünf Flugphasen mit zwei 3-stufenschaltern

In dieser Konfiguration wird eine Schaltposition des ersten 3-Stufenschalters benötigt, um an den zweiten 3-Stufenschalter zu übergeben. Der erste 3-Stufenschalter steuert die Flugphase fp1 und fp2, in der dritten Schaltposition A-3 übergibt er im Baum nach rechts, im dargestellten Beispiel in Abb. 2 an den Schalter SW-K. Wir nennen das „Freischalten“. Der zweite Schalter SW-K braucht nicht mehr freischalten, wir wollen ja nur 5 Flugphasen realisieren, daher können alle 3 Schaltpositionen vom Schalter SW-K für Flugphasen verwendet werden. Der zweite 3-Stufenschalter steuert also die Flugphasen fp3, fp4 und fp5. Der erste 3-Stufenschalter hat Priorität vor dem zweiten 3-Stufenschalter.

1.2.2 Sechs Flugphasen 2x3 in der Baumkrone

Gibt man einen 3-Stufenschalter für Knoten 2 und Knoten 3 an sowie einen 2-Stufenschalter für Knoten 1, dann lassen sich relativ einfach 6 Flugphasen in der Baumkrone realisieren. Damit es funktioniert, muss die Gebereinstellung des 3-Stufenschalters SW-K im Knoten 2 und Knoten 3 unterschiedlich sein. Für fp1-1 muss SW-K im Knoten 2 und Knoten 3 AUS sein. Für fp1-2 muss SW-K im Knoten 2 AUS und im Knoten 3 EIN sein. Für fp1-3 muss SW-K im Knoten 2 EIN sein, im Knoten 3 AUS.

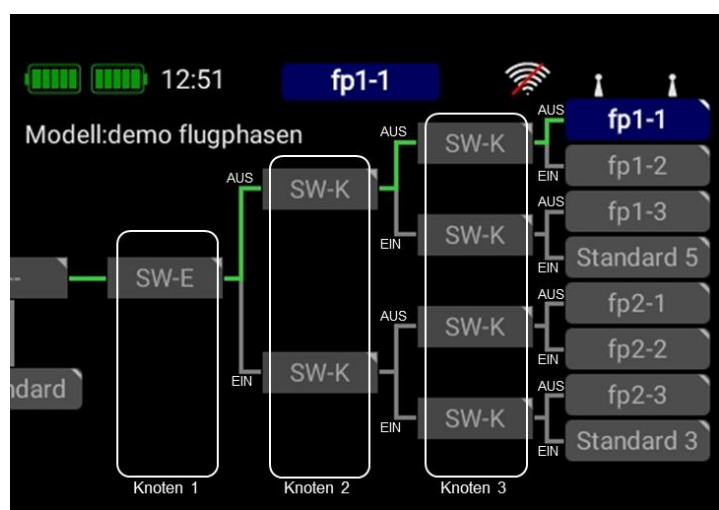


Abb. 3: Sechs Flugphasen 2x3

Aus-Aus-Ein für Knoten 2:

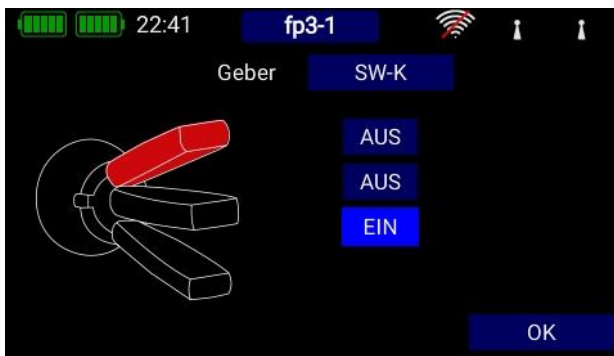


Abb. 4: SW-K für Knoten 2

Aus-Ein-Aus für Knoten 3:

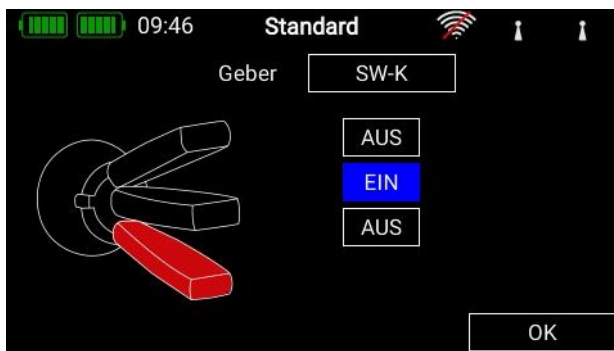


Abb. 5: SW-K für Knoten 3

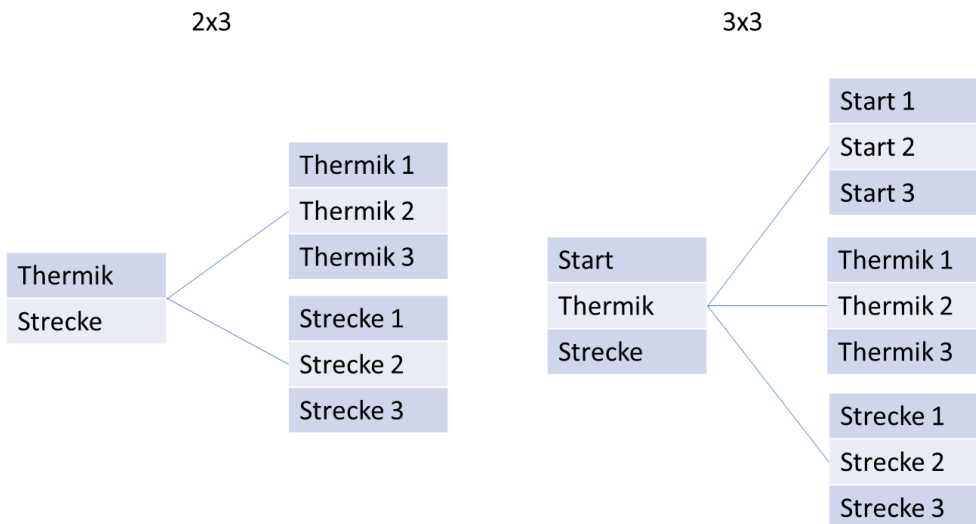


Abb. 6: Hierarchie 2x3 und 3x3

Das gleiche Ergebnis lässt sich auch erreichen, indem ein 3-Stufenschalter im Knoten 1 und im Knoten 2 verwendet wird und im Knoten 3 ein zweiter Schalter. In beiden Fällen ergibt sich eine gewisse Hierarchie der Stufenschalter, was Abb. 6 verdeutlichen soll.

1.2.3 Neun Flugphasen 3x3 im Kronenbereich

Für dieses Anwendungsszenario wurden 2 verschiedene Lösungswege gefunden. Der erste erweitert obige 2x3 Lösung, so dass die 6 Baumkronenflugphasen verwendet werden und zusätzlich 3 Flugphasen aus dem Baumstamm.

Der zweite Lösungsweg erfordert deutlich mehr virtuelle Schalter, nutzt aber alle 8 möglichen Flugphasen der Baumkrone aus, die neunte Flugphase wird im Baumstamm realisiert.

3x3 auf Basis 2x3

Wir möchten 9 Flugphasen mit zwei 3-Stufenschaltern erreichen, daher tauschen wir den 2-Stufenschalter aus der 2x3 Lösung durch einen 3-Stufenschalter (im Beispiel SW-D) aus. Der 2x3 Lösungsbaustein wird durch 3 weitere Flugphasen im Baumstamm erweitert. Da zwei Positionen des SW-D bereits die 2x3 Lösung bedienen, wird die dritte Position des Schalters SW-D „D-3“ in Kombination mit der Schaltposition von SW-K über einen virtuellen Schalter zur Verzweigung im Baumstamm benutzt. Da wir 3 Flugphasen im Baumstamm benötigen müssen wir also 3 virtuelle Schalter vs1, vs2 und vs3 anlegen.

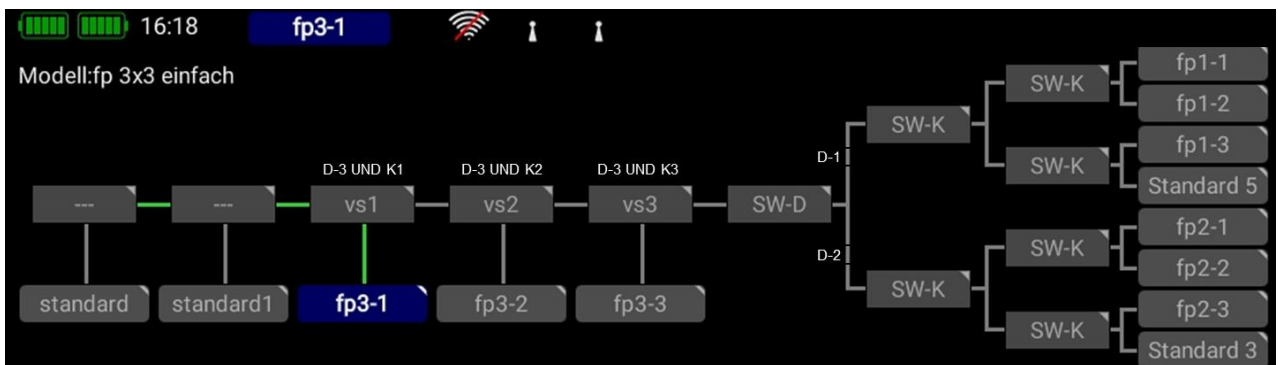


Abb. 7: 3x3 auf Basis 2x3

Die Logik D-3 UND K1 sowie D-3 und K3 lassen sich direkt in den virtuellen Schaltern vs1 und vs3 einbringen. Für die Logik D-3 und K2 muss erst ein virtueller Schalter zum Abfragen der mittleren Position von Schalter SW-K erzeugt werden, siehe Kap. 2.1. Die Abkürzung vsmk steht für virtueller Schalter Mitte SW-K.

Name	Geber	Eingang	Logik	Ausgang	
vs1	SW-D	EIN	AUS	UND	EIN
	SW-K	EIN	AUS		AUS
vs2	SW-D	EIN	AUS	UND	EIN
	vsmk	EIN	AUS		AUS
vs3	SW-D	EIN	AUS	UND	EIN
	SW-K	EIN	AUS		AUS
vsmk	SW-K	EIN	AUS	UND	EIN
	SW-K	EIN	AUS		AUS

Abb. 8: Die virtuellen Schalter für 3x3 auf Basis 2x3

Diese Lösung lässt sich auch mit einem virtuellem Schalter weniger realisieren, indem man SW-D für fp3-3 verwendet. Vs3 entfällt dann. Das funktioniert aber nur wegen der im Baum vorhandenen Priorität, daher wird diese Lösung hier nicht weiter vertieft.

Selbstverständlich lässt sich die hier vorgestellte 2x3 Lösung um 2 Flugphasen mit Priorität erweitern, siehe Abbildung 7. Die beiden Flugphasen mit höchster Priorität sind noch frei.

3x3 auf Basis virtueller Schalter

Dieser Lösungsansatz benutzt ebenfalls nur 2 3-Stufenschalter zum Einstellen von 9 Flugphasen, allerdings werden hier alle 8 Flugphasen in der Baumkrone verwendet und als neunte Flugphase eine aus dem Baumstamm. Da die Baumkrone eigentlich auf einer 2x2x2 Logik basierend implementiert worden ist, müssen die 3x3 Geberschaltzustände in die 2x2x2x2 Logik mit Hilfe von virtuellen Schaltern überführt werden. Wobei dann noch ein Schaltzustand übrigbleibt, der nicht in der Krone verwertet wird.

Die Lösung erfolgt in 3 Schritten:

Schritt 1: Die Regeln für die Schaltschwellen Flugphase für Flugphase in der Baumkrone von oben nach unten sorgfältig notieren.

Schritt 2: Die gesammelten Regeln werden den in der Baumkrone verwendeten virtuellen Schaltern zugeordnet.

Schritt 3: Die gesammelten Regeln je Knoten werden durch virtuelle Schalter realisiert. Dabei müssen Verschachtelungen von virtuellen Schaltern verwendet werden, um alle Bedingungen je Knoten zu berücksichtigen.

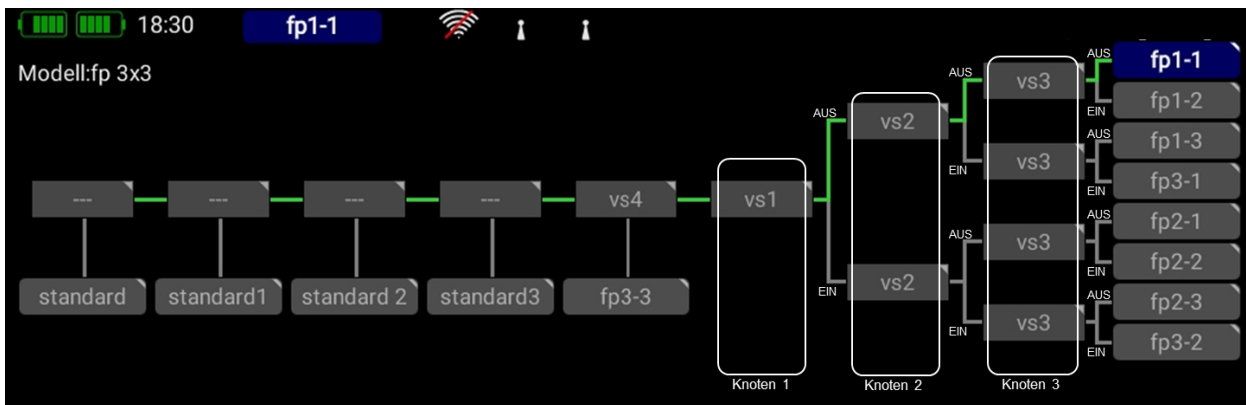


Abb. 9: 3x3 auf Basis virtueller Schalter

FP#	FP	Zustand			Position		Regeln
		vs1	vs2	vs3	SW-D	SW-K	
1	fp1-1	A	A	A	1	1	
2	fp1-2	A	A	E	1	2	a) vs3 E bei SW-K2
3	fp1-3	A	E	A	1	3	b) vs2 E bei SW-K3
4	fp3-1	A	E	E	3	1	vs2 und vs3 E bei SW-D3 und SW-K1
5	fp2-1	E	A	A	2	1	c) vs1 E bei SW-D2
6	fp2-2	E	A	E	2	2	a) und c)
7	fp2-3	E	E	A	2	3	b) und c)
8	fp3-2	E	E	E	3	2	a) und vs1 und vs2 E bei SW-D3 und SW-K2
9	fp3-3	"vs4"			3	3	

Tabelle: 3x3 auf Basis virtueller Schalter

Die Tabelle enthält die Schaltzustände der Knoten, um die angegebene Flugphasen 1 bis 8 zu erreichen. A steht für AUS, E für EIN. Bei der Betrachtung der Schaltzustände lässt sich ein

Muster erkennen, weswegen fp2-1 bis fp2-3 nicht direkt nach fp1-1 bis fp1-3 folgt. Durch die gewählte Reihenfolge sind die Schaltzustände fp1-1 bis fp1-3 mit fp2-1 bis fp2-3 identisch, mit der einzigen Ausnahme, dass vs1 von AUS auf EIN wechseln muss.

Die 9te Flugphase fp3-3 wird nicht durch die virtuellen Schalter vs1, vs2 oder vs3 gesteuert. Vielmehr muss die Position der 3 Stufenschalter SW-D3 UND SW-K3 als Stammflugphase per vs4 realisiert werden.

Die Positionszahlen für SW-D und SW-K geben die physikalische Schalterstellung an. Es ist dabei egal, ob 1 oder 3 dabei „Vorn“ oder „Hinten“ oder „Oben“ oder „Unten“ ist. Die mittlere Schalterstellung hingegen ist immer die Position 2.

Schritt 1:

Die Regeln werden nun notiert, wenn irgendein Schalter eingeschaltet werden muss. Gleichzeitig darf ein Einschaltimpuls nur genau dann gegeben werden, wenn der in der Logik Spalte angegebene Zustand vorliegt. Die Regel darf nicht im Konflikt stehen mit anderen Flugphasen in der Baumkrone.

In FP#1 braucht nichts zu passieren, da alle Schaltzustände AUS sind.

In FP#2 muss vs3 auf EIN wechseln. Wer steuert das? Kann ja nur SW-E sein, da SW-D sich ja nicht geändert hat von FP#1 nach FP#2. Wir notieren: vs3 EIN bei SW-K2

Wir kontrollieren, dass die Logik FP#2 kein Widerspruch zu den anderen Flugphasen in der Baumkrone erzeugt, sonst müsste die Regel anders oder umfassender ausfallen.

Die Regeln a), b) und c) werden wiederverwendet, so lautet die Regeln für FP#6 a) und c).

Die Regeln für FP#4 und FP#8 fallen am umfangreichsten aus, da sie praktisch aus dem gefundenen Muster herausfallen und daher mehr Abfragen erforderlich sind.

Schritt 2:

Wir notieren die gefundenen Regeln und sortieren nach den virtuellen Schaltern oder Knoten. Gleichzeitig erstellen wir für Beide Stufenschalter virtuelle Schalter zur Abfrage der mittleren Position 2 vsmk (virtueller Schalter Mitte SW-K) und vsmd (virtueller Schalter Mitte SW-D), siehe Kap. 2.1

vs3: E bei vsmk oder E bei SW-D3 und SW-K1

vs2: E bei SW-K3 oder E bei SW-D3 und SW-K1 oder E bei SW-D3 und vsmk

vs1: E bei vsmd oder E bei SW-D3 und vsmk

Da alle drei virtuellen Schalter mehr als eine logische Verknüpfung aufweisen müssen die Regeln in Teilstücke zerlegt werden.

Wir definieren 3 Teilstücke bzw. virtuelle Schalter, welche direkt in der Core angelegt werden:

vs3-1 := E bei SW-D3 und SW-K1

vs2-1 := E bei SW-D3 und vsmk

vs2-2 := vs3-1 oder vs2-1

Einsetzen der Teilstücke in die Definition ergibt:

vs3: E bei vsmk oder vs3-1

vs2: E bei SW-K3 oder vs2-2

vs1: E bei vsmd oder vs2-1

Nun erstellen wir die virtuelle Schalter vs1 bis vs3 in der Core.

Wie viele virtuelle Schalter haben wir nun? 2x Mittenschalter, 3x Behelfsschalter und die eigentlichen 3 virtuellen Schalter vs1 bis vs3. Also 8 virtuelle Schalter. Es fehlt lediglich noch vs4, welcher über die Regel E bei D3 und K3 definiert ist. Das ist dann der neunte virtuelle Schalter. Sollte die Lösung nicht gleich funktionieren die Logik der Verknüpfungen kontrollieren, dann die Schaltschwelleinstellung. Kein weißer Balken darf in der Mitte auf ein gelben Balken treffen, sonst erhält man unerwünschte Effekte durch die Hysterese.

Diese Lösung für 3x3 kann wieder um freie Flugphasen im Baumstamm erweitert werden, es sind noch 4 Plätze frei nach Abbildung 9.

Die virtuellen Schalter in der Core sehen dann folgendermaßen aus:



Abb. 10: Die virtuellen Schalter für 3x3

2 Virtuelle Schalter

Für virtuelle Schalter können Lineargeber, Taster oder Schalter als Geber verwendet werden. Jeder virtuelle Schalter kann zwei Geber logisch mit der Funktion UND oder ODER verknüpfen. Darüber hinaus kann ein virtueller Schalter, auch Switch genannt, wiederum als Geber in einem anderen virtuellen Schalter als Geber verwendet werden, so dass mehr als nur zwei Geberzustände abgefragt werden können, stets mit dem Endergebnis EIN (grün) oder AUS (rot).

Ein Switch kann zum Beispiel Flugphasen steuern oder Timer oder als Sicherheitsschalter dienen (Motor ein nur wenn dies und jenes). Ein Beispiel zur Steuerung der Motorlaufzeit: Hat man den Motor auf Stick A und gleichzeitig Butterfly auf Stick A per Flugphasen gesteuert, dann reicht es nicht Stick A als Geber für die Motorlaufzeit zu



Abb. 11: Virtuelle Schalter

wählen. Vielmehr muss hier Stick A und die Flugphase abgefragt werden, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten.

Dem Switch ist es egal, ob er mit keinem, einem oder zwei Gebern belegt ist. Nicht belegt bedeutet immer Eingang AUS, siehe Abbildung nicht belegter Geber mit drei Bindestrichen gekennzeichnet.

2.1 Mittenswitch

Es ist öfters notwendig einen Geber zu haben, der genau dann das Signal EIN liefert, wenn ein 3-Stufenschalter sich in der mittleren Position befindet. Die mittlere Position kann nicht direkt abgerufen werden durch Schaltschwelleinstellung wie die beiden Endlagen eines Stufenschalters. Hierzu wird ein virtueller Schalter erzeugt, der beides mal als Geber den gleichen 3.Stufenschalter verwendet und die Geber mit UND verknüpft werden. Das gewünschte Ergebnis wird erreicht, wenn der grüne Balken sich in beiden Schaltschwelleinstellungen über die Mitte hinweg erstreckt und einmal rechts und einmal links liegt. Man kann sich vorstellen, dass die Farbbalken quasi übereinandergelegt werden und genau dann wie gewünscht funktionieren, wenn nur in der mittleren Schaltposition grün und grün übereinanderliegen. Einen solcher virtueller Schalter wird auch Mittenswitch genannt.

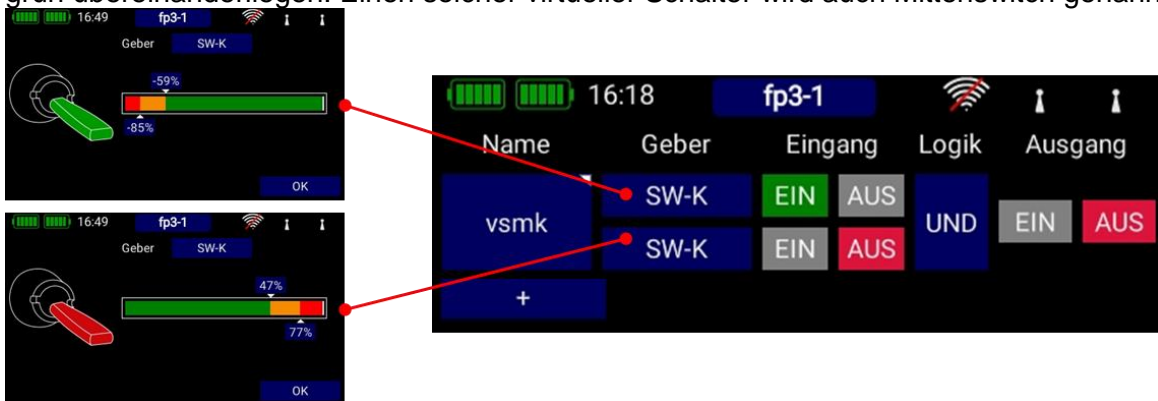


Abb. 12: Mittenswitch

3 Schaltschwellen

Schauen wir uns die Schaltschwelleinstellung für 2-Stufen und 3-Stufenschalter als Geber genauer an. Die Abbildung 2 zeigt die Schaltschwelleinstellung für einen 2-Stufenschalter, der einmal in der einen physikalischen Position ist und einmal in der anderen.

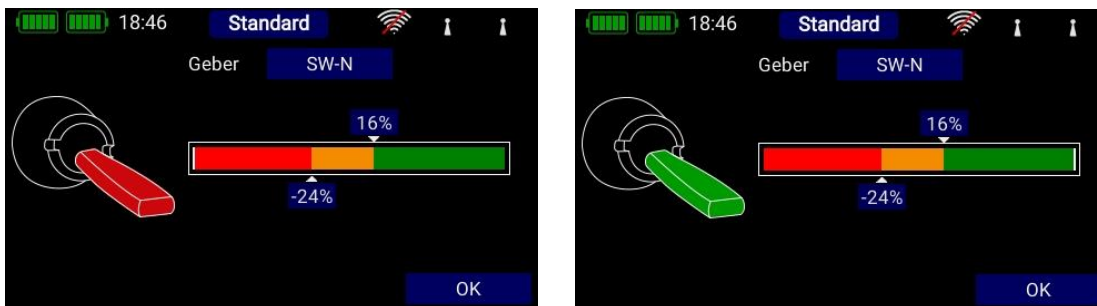


Abb. 13: Schaltschwellen 2-Stufenschalter

Erste Erkenntnis: Die Schaltschwelleinstellung (Die zwei Prozentwerte) ist dieselbe, einmal ist der Schalter rot dargestellt und einmal grün. Grün steht für EIN und rot für AUS. Der kleine weiße Strich im Balken zeigt die physikalische Position des Gebers an, liegt einmal ganz links

und einmal ganz rechts. Möchte man nun EIN und AUS umkehren, dann schiebt man die rechte Schaltschwelle nach links über die linke Schaltschwelle hinaus oder anders herum die linke Schaltschwelle nach rechts über die rechte Schaltschwelle hinaus. Dadurch vertauschen sich die Anordnung von grün on rotem Bereich. Der gelbe Bereich im Balken spielt bei 2-Stufenschaltern keine Rolle. Es ist der Hysterese-Bereich, dieser kann maximal von -95% bis +95% eingestellt werden, also verbleibt immer links vom gelben Balken ein roter oder grüner Bereich und rechts umgekehrt ein grüner oder roter Bereich. Die Hysterese wirkt also nicht bei einem 2-Stufenschalter, da dessen Schaltposition -100% oder +100% ist. Das führt für 2-Stufenschaltern zu folgendem Ergebnis: Die Prozentzahlen der Schaltschwellen sind völlig egal, es ist nur einzustellen wie rum der Schalter funktionieren soll (roter Balken rechts oder links). Die 3-dimensionale Darstellung des physikalische Schalters in Abb. 13 zeigt nicht die wahre Schaltposition, sondern den Schaltzustand an.

Kommen wir zum 3-Stufenschalter, Abb. 14a bis 14c.

Abgebildet ist eine Schaltschwelleinstellung, die in Position 1 AUS ergibt, in Position 2 ebenfalls AUS und in Position 3 EIN. Mit Position ist hier die physikalische Schaltposition des Schalters gemeint. Position 2 ist also immer die mittlere Schalterposition.

Ob nun Position 1 die eine und Position 3 die andere Endlage des Schalters ist oder umgekehrt kann eingestellt werden, siehe weiter oben im Text „EIN und AUS umkehren“.

Mit dem 3-Stufenschalter kann erstmals auch die Hysterese erreicht werden in Position 2 und nur in Position 2. Dazu müsste in der Abbildung die 29% zum Beispiel auf einen Wert zwischen -1% und -95% geändert werden. Dadurch erstreckt sich der gelbe Balken oder eben die Hysterese dann über die Schaltposition 2 hinweg. Die Wirkung ist wie folgt: In der Position 2 wird kein AUS oder EIN mehr erzwungen, vielmehr bleibt der Geber auf dem zuletzt gültigen Signal stehen. Schaltet man also von Pos. 1 auf Pos. 2, so bleibt das Signal auf rot = AUS. Schaltet man von Pos. 3 auf Pos. 2, dann bleibt das Signal auf grün = EIN stehen. Die Hysterese erzeugt also kein neues Signal, es gibt nur EIN und AUS, aber das Schaltverhalten wird anders. Und ganz wichtig: Ist die Hysterese aktiv, dann ist das Signal in Pos. 2 nicht mehr eindeutig bestimmt, kann also mal EIN mal AUS sein, je nachdem was vorher passiert ist. Für übliche Anwendungsfälle mit 3-Stufenschaltern möchte man keine Hysterese, daher sollte Position 2 entweder grün oder rot eingefärbt sein und nicht gelb.

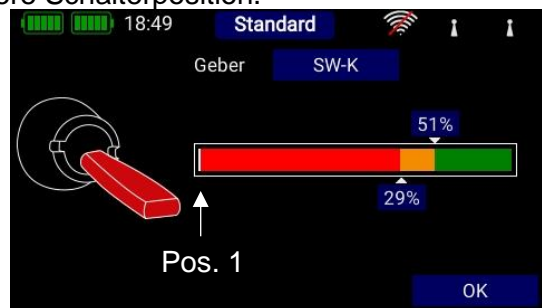


Abb. 14a: Schaltschwellen 3 Stufenschalter

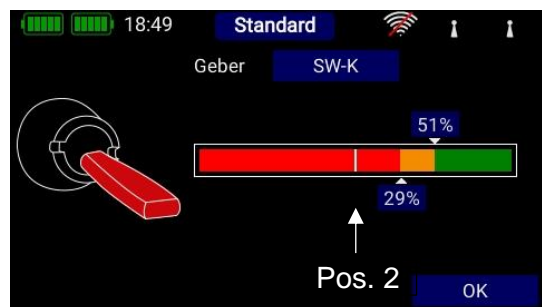


Abb. 14b: Schaltschwellen 3-Stufenschalter

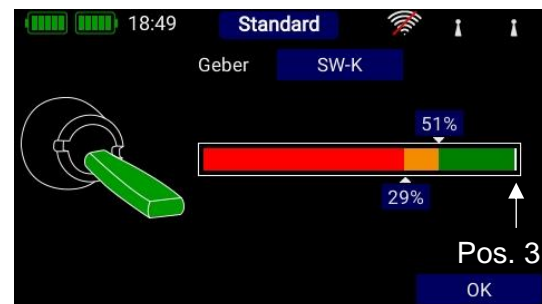


Abb. 14c: Schaltschwellen 3-Stufenschalter