

Ergänzungsblatt zum Programmier-Handbuch MC-20/3

SUPER-ULTRASOFT-ROM mc-20 SD Best.-Nr. 4830.660

Für alle Sender mc-18 / mc-20 mit 30 Modellspeichern

Das **SUPER-ULTRASOFT-ROM** als weiterer Meilenstein in der Fernsteuertechnik wird professionellen Ansprüchen gerecht und ist das Ergebnis einer beispiellosen Teamarbeit von erfahrenen Spezialisten auf ihrem jeweiligen Gebiet. Softwareentwickler, Profipiloten der unterschiedlichen Modellflugsparten von F3A (Motorkunstflug) über F3B (Segelflug), F3E (Elektroflug) bis hin zu F3C (Helikopter) sowie namhafte Spitzenpiloten der Welttrangliste ermöglichten diese richtungweisende Weiterentwicklung der Software für das weltweit erfolgreiche GRAUPNER Fernlenksystem mc-18 /mc-20.

Die neuartige Funktion "SOFT-SWITCH mit AUTO-SYNCR0" ermöglicht "weiches" Umschalten zwischen verschiedenen Flugphasen und sogar individuellen Einstellungen in unterschiedlichen Modellspeichern; sie eröffnet damit eine neue Dimension in der Fernsteuerungstechnik mit bisher in dieser Perfektion nicht gekannten Programmiermöglichkeiten für Wettbewerbspiloten und andere "Power-User".

Perfektioniert wurde **STICK-CONTROL - AUTO-SWITCH**. Die bisher vorhandene Option "Kanal 1 - Schalter" wurde erweitert und ermöglicht jetzt die Betätigung beliebig programmierbarer Schalfunktionen durch eine frei wählbare Steuerfunktion (Steuerknüppel, Proportionalgeber) bei Überschreiten einer einstellbaren Steuerposition, also z.B. das Ein- und Umschalten von Mixern oder Sonderfunktionen einfach durch einen beliebigen Steuerknüppel.

Herausragende Merkmale des neuen SUPER-ULTRASOFT-ROMs

- **PROFI - SOFTPRESETS:** Flugzustands- und situationsabhängige Programmierung bzw. Einstellung aller Funktionen.
- **SOFT-SWITCH - Funktion mit AUTO-SYNCR0** und einstellbarer Umschaltzeit für alle frei programmierbaren Externschalter:
- Weiches Umschalten zwischen verschiedenen Flugphasen
- Weiches Umschalten zwischen unterschiedlichen Modellspeichern
- Weiches Ein- und Ausblenden von Mixerfunktionen
- Optimierte Spezialprogramme für F3A, F3B, F3C, F3E
- **AUTO-DUAL-RATE / AUTO-EXPO** für seitenabhängige Steuercharakteristiken mit automatischer Umschaltung durch den jeweiligen Steuerknüppel
- **STICK-CONTROL - AUTOSWITCH:** Betätigung beliebig programmierbarer Schalfunktionen durch eine frei wählbare Steuerfunktion (Steuerknüppel, Proportionalgeber) bei Überschreiten einer einstellbaren Steuerposition
- Expert-Helikopter-Optionen für "3D"-Fliegen:
- V-Gaskurve für "switchless inverted" (Rückenflug ohne Umschaltung)
- Negativer Drehmomentausgleich für die Rückenfluglage
- Wesentlich erweiterte Einstellbereiche für Leistungs- und Pitchkurve im Schwebeflug erfüllen auch die Anforderungen bei der Abstimmung von Elektrohubschraubern

- Nautic-Multifunktions-Schaltssystem auch im Helikopterprogramm einsetzbar für umfangreiche Sonderfunktionen, z.B. bei Semi-Scale-Helikoptern

Dieses Zusatzhandbuch beschreibt lediglich die Erweiterungen und diejenigen Funktionen des Moduls, die von der Grundversion abweichen und damit nicht im Programmierhandbuch enthalten sind; alle übrigen Optionen sind dort beschrieben und werden hier nicht wiederholt.

Umstellung von Sendern mit bisherigem ULTRASOFT-ROM mc-20 XD

Beim Einsatz des neuen Moduls mc-20 SD bitte beachten:

- Die Funktion "weiches" Umschalten steht nur in Sendern mit 30 Modellspeichern zur Verfügung
- Falls bisher bei einem oder mehreren Modellen Gasreduzierung (Code 17) programmiert war, muß dieser Wert neu einprogrammiert werden. Außerdem ist dann der neue Code 36 aufzurufen und mit CLEAR in Grundstellung zu bringen.
- Der Alarmeinsatz bei 100 s (Code 97) ist nicht mehr möglich; ggf auf das neue Maximum von 90 s reduzieren.
- Wenn bisher ein K8-Schalter programmiert war, muß die Zuordnung auf Kanal 8 in Code 63 neu eingegeben werden.
- Der Backup-Modellspeicher 31 wird bei der Ausführung des "weichen" Umschaltens unbrauchbar, er kann danach nicht mehr aufgerufen werden (Code 94).
- Grundsätzlich sollte nach dem Einsatz des neuen Moduls bei den bisher programmierten Modellen eine besonders sorgfältige Überprüfung aller Funktionen erfolgen.

Code 34 Schalt. DR/EXP

Schalterzuordnung Dual Rate / Exponential

→	DR	2	3	4			EX	1	2	3	4
	S	9	A	9				9	9	9	9

Über Code 34 werden die Schalter für die Dual-Rate- bzw. Exponentialfunktion zugeordnet. Dabei ist es auch möglich, die Funktionen für mehrere Steuerfunktionen gleichzeitig, ohne die Verwendung von Mehrfachschaltern auszulösen. Durch die Möglichkeit, mit "-" Schalterfunktionen logisch umzupolen, können Dual-Rate- und Exponentialsteuerung auch beliebig mit anderen Funktionsschaltern gekoppelt werden.

Im Helikopterprogramm ist die Umschaltung der Exponentialfunktion auch für die Funktion 1 (Gas/Pitch) möglich, so daß hier ebenfalls ein Schalter zugeordnet werden kann.

Neu ist die Option **AUTO-DUAL-RATE / AUTO-EXPO** für seitenabhängige Steuercharakteristiken mit automatischer Umschaltung durch den jeweiligen Steuerknüppel.

Zuordnung:

Nach Aufruf erscheinen in der oberen Displayzeile die Bezeichnungen der Steuerfunktionen für Dual-Rate- und für Exponentialsteuerung, darunter die jeweils zugeordneten Schalter. Der kleine Pfeil in der oberen Zeile zeigt an, ob die Zuordnung für Dual-Rate- oder Exponentialsteuerung durchgeführt wird; er kann mit INC bzw DEC bewegt werden. Die Zuordnung selbst erfolgt durch Eingabe der Steuerfunktion (2...4 bzw. 1...4) und danach der Schalter-Nr., ggf. nach Eingabe von "-", um den Schalter logisch umzupolen. Für **AUTO-DUAL-RATE / AUTO-EXPO** ist anstelle der Zifferntasten die Taste "+" zu drücken, worauf in der Schalterzuordnung "A" erscheint. Wenn alle Zuordnungen durchgeführt wurden, wird durch ENTER diese Einstellung gespeichert.

Code 14 EXPONENTIAL

Progressive Steuercharakteristik

E	X	P	O	N	E	N	T	I	A	L				
w	ä	h	l	e			K	a	n	a	l	1	-	4

Die Exponentialsteuerung ermöglicht eine feinfühligere Steuerung des Modells im Bereich der Mittellage der jeweiligen Steuerfunktion, ohne auf den vollen Ausschlag in Steuerknüppelendstellung verzichten zu müssen. Der Grad der Progression kann von 0...100% eingestellt werden, wobei "0" der normalen, linearen Steuercharakteristik entspricht.

Für alle vier Steuerfunktionen Rollen, Nicken, Heckrotor sowie Gas/Pitch kann über zuvor mit Code 34 zugeordneten Schaltern zwischen linearer und progressiver Steuerung umgeschaltet werden oder auch zwischen zwei verschiedenen progressiven Einstellungen. Die Einstellung bezieht sich direkt auf die entsprechende Steuerknüppelfunktion, unabhängig davon, ob diese auf ein einzelnes Servo wirkt oder über beliebig komplexe Misch- und Kopplfunktionen auf mehrere Servos, und kann bei Helikoptern für die Taumelscheiben- und Heckrotorsteuerung eingesetzt werden.

Auch für den Gas/Pitch-Steuerknüppel kann eine progressive Steuercharakteristik eingestellt werden, ausgehend von der Knüppelmittelstellung (Schwebeflugposition). Das ermöglicht vor allem bei sehr leistungsfähigen Hubschraubermodellen mit hohem Kraftüberschuß, eine übermäßig nervöse Reaktion auf die Gas/Pitchsteuerung im Schwebeflug zu dämpfen, ohne die Gesamteinstellung des Modells zu verändern. Die Umschaltmöglichkeit für den Grad der Progression in der Gas/Pitch-Steuerung kann vorteilhaft kombiniert werden mit der Flugphasenumschaltung (FL2), so daß einerseits, z.B. für den Kunstflug, eine sehr direkte Reaktion auf die Schubsteuerung erfolgt, andererseits, z.B. für exakte Schwebeflugmanöver, eine beliebig "weiche" Steuerreaktion zur Verfügung steht.

Wesentliches Merkmal dieser Einstellmöglichkeit ist es, daß die einmal für das betreffende Modell und die jeweilige, flugphasenabhängige Drehzahl vorgenommenen Abstimmungen von Gas- und Pitchsteuerkurve durch diese Anpassung der Steuercharakteristik nicht beeinflusst wird:

Die **modellabhängige Abstimmung von Gas- und Pitchsteuerkurve** erfolgt, entsprechend der gewünschten Drehzahl, mit Code 84 (Schwebe-Gas), 62 (5-Punkt-Gas), 85 (Gasvorwahl), 26 (max.Pitch), 27 (min.Pitch) und 28 (Schwebe-Pitch).

Erst anschließend wird die **pilotenabhängige Anpassung der Steuercharakteristik** für die unterschiedlichen Flugphasen über Code 14 (Exponential) vorgenommen.

Einstellung:

Nach Anwahl von Code 14 kann mit den Tasten 1..4 die gewünschte Steuerfunktionen ausgewählt werden:

- 1 = Pitch/Gas
- 2 = Rollen
- 3 = Nicken
- 4 = Heckrotor

Die Einstellung der Progression erfolgt, nachdem der Schalter in die betreffende Position (P0/P1) gebracht wurde, mit den Tasten INC und DEC.

In bestimmten Fällen kann es auch sinnvoll sein, die beiden Funktionen Dual-Rate und Exponentialsteuerung miteinander zu verknüpfen, indem bei der Zuordnung der Schalter (Code 34) für die Dual-Rate- und Progressionsumschaltung jeweils der selbe Schalter zugeordnet wird. Das ist jedoch nur bei den Funktionen Nicken, Rollen und Heckrotor möglich und sinnvoll; für Pitch und Gas können ohnehin unterschiedliche Maximal- und Minimalwerte für verschiedene Flugphasen umschaltbar (z.B. über FL2) eingestellt werden über Code 26, 27, 84, 85 etc.

Code 85

Gasvorwahlen

Gasvorwahlen, V-Gaskurve

G	a	s	v	o	r	w	(2)		1	9	8	%	←
							P	u	n	k	t			0	

(Grundlegende Beschreibung der Gasvorwahlfunktion siehe Handbuch mc-20)

Erweiterte Möglichkeiten des Moduls SUPER-ULTRASOFT mc20-SD

V-Gaskurve

Für bestimmte Flugmanöver, beispielsweise beim Rückenflug ohne Verwendung der Rückenflugumschaltung (Code 25), ist es erforderlich, daß der Vergaser beim Steuern des Pitch unter den Schwebeflugwert in den negativen Bereich wieder geöffnet wird, um eine ausreichende Leistung für den Rückenflug zur Verfügung zu stellen. Es ergibt sich daher eine V-förmige Vergaser-Steuerkurve, deren tiefster Punkt die Schwebeflug-Gaseinstellung ist, die mit Code 84 justiert wurde; sowohl am oberen als auch am unteren Anschlag des Gas/Pitch-Steuerknüppels ist der Vergaser voll geöffnet.

Da es bei einem derartigen Verlauf der Vergaser-Steuerkurve unmöglich ist, den Motor zu starten - der Vergaser läßt sich nicht unter die Schwebeflugeinstellung schließen -, kann dieser Kurvenverlauf erst während des Flugbetriebes aktiviert werden. Normalerweise wird das unmittelbar vor dem Abheben durchgeführt.

Realisiert wird die V-Gaskurve durch eine Erweiterung des Einstellbereiches für die Gasvorwahl über 100% hinaus bis auf 198%. Dabei entsprechen die Einstellungen bis 100% exakt den Werten der normalen Gasvorwahl; 100% ist der Sonderfall "Schleppgas", bei dem sich das Gasservo nur oberhalb der Schwebeflugposition des Gas/Pitch-Steuerknüppels bewegt, unterhalb jedoch auf dem Schwebeflugwert stehen bleibt. Wird der Gasvorwahlwert über 100% hinaus vergrößert, so öffnet sich der Vergaser bei Pitchsteuerung unter den Schwebeflugpunkt zunehmend; eine Ein-

stellung von 198% bewirkt, daß der Vergaser am negativen Anschlag des Steuerknüppels voll geöffnet ist (Vollgas). Für den Rückenflug ohne Rückenflugumschaltung ("3-D-Fliegen") wird man normalerweise 198% einstellen, doch sind auch geringere Werte denkbar, wenn beispielsweise der Pitchbereich in negative Richtung nicht ausreicht, so daß sich die Drehzahl bei Vollgas in Rückenlage unzulässig erhöhen würde.

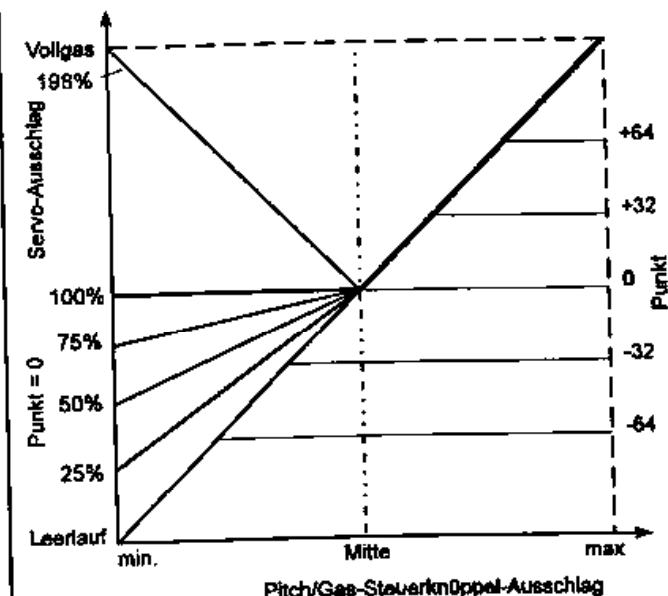
Die Aktivierung der V-Gaskurve erfolgt im Normalfall mit einem über Code 23 zugeordneten Externschalter (GV1 oder GV2); benutzt man hierfür Gasvorwahl 1, so kann auch auf den Schalter verzichtet und stattdessen ein an Steckplatz 9 angeschlossener Proportional-Dreh- oder -Schieberegler verwendet werden.

Sicherheitsfunktion:

Um die Gefahr zu verringern, daß versehentlich der Motor bei aktiver Gasvorwahl angelassen wird, ertönt beim Einschalten des Senders und beim Modellwechsel über Code 56 ein Alarmton (Dauerton), wenn eine der beiden Gasvorwahlen aktiv ist. Dabei ist es unerheblich, ob die Gasvorwahl mit einem Externschalter aktiviert wird, oder mit einem Schieberegler, sofern der mit diesem Regler eingestellte Wert 15% überschreitet.

Einstellung:

Nach Anwahl von Code 85 und ggf Betätigen des entsprechenden Schalters können für die betreffende Gasvorwahl (1) bzw. (2) jeweils der Vorwahlwert (G) zwischen 0...198% sowie der Übernahmepunkt (Punkt) mit +/- 64 Schritten um die Knüppelmitteinstellung eingestellt werden. Der kleine Pfeil rechts im Display weist wieder auf den jeweils einzustellenden Wert und kann mit der Taste TURN hin- und hergeschaltet werden. Die Einstellung "0" für Punkt entspricht der Mittelstellung des Pitchsteuerknüppels; negative Werte legen den Übernahmepunkt weiter nach unten, positive Werte entsprechend nach oben im Pitchsteuerbereich.



Code 36

Umschaltzeit

Zeitkonstante für Externschalter

U	m	s	c	h	a	i	t	z	e	i	t								
S		2		4						4	.	6	s	e	k				

SOFT-SWITCH mit AUTO-SYNCRO

Mit der SOFT-SWITCH-Option kann allen Externschaltern eine Zeitkonstante zugeordnet werden. Diese Zeitkonstante bewirkt, daß der mit dem Schalter ausgelöste Umschaltvorgang nicht abrupt erfolgt, sondern kontinuierlich über die eingestellte Zeit. Dabei ist es unerheblich, welche Funktion oder welche Kombination von Funktionen mit dem betreffenden Externschalter betätigt wird, selbst ein Speicherwechsel kann auf diese Weise "sanft" erfolgen.

AUTO-SYNCRO bewirkt, daß während des Umschaltvorganges alle Servos im richtigen Verhältnis zueinander laufen, um die neue Positionen zu erreichen, unabhängig davon, wie groß der jeweilige Weg ist, den jedes einzelne Servo zurücklegen muß.

Im Helikopterprogramm wird die SOFT-SWITCH-Option hauptsächlich verwendet für den Wechsel der unterschiedlichen Flugphaseneinstellungen, der normalerweise mit einem Wechsel der Systemdrehzahl einhergeht. Der weiche Übergang von einem zum anderen Flugzustand verhindert abrupte Bewegungen des Modells beim Umschalten und gibt dem mechanischen System ausreichend Zeit, die neue Drehzahl zu erreichen, bevor die zugehörigen, sonstigen Einstellungen wirksam werden, wie z. B. Kreiselwirkung und Pitchwerte.

Einstellung:

Nach dem Aufruf von Code 36 erscheint im Display unten rechts zunächst die Umschaltzeit mit der Vorgabe von 0,0 Sekunden. Dieser Wert kann nun mit den Tasten INC bzw DEC auf die gewünschte Zeitkonstante geändert werden in einem Bereich zwischen 0,2 ... 8,0 Sekunden in Schritten von 0,2 Sekunden; die Taste CLEAR stellt direkt auf 0,0 s zurück. Mit den Tasten 1...8 können dann diejenigen Externschalter ausgewählt werden, für welche die eingestellte Zeitkonstante aktiviert werden soll; sie werden dann in der unteren Displayzeile angezeigt. Dabei ist jede beliebige Kombination der 8 Schalter möglich, ein Deaktivieren der Umschalt-Zeitkonstante erfolgt durch erneutes Drücken der zugehörigen Zifferntaste 1...8.

Wichtig!

Auch der Wechsel des Modellspeichers mittels Externschalter, um unterschiedliche Modelleinstellungen während des Fluges abrufen zu können, läßt sich mit Zeitkonstanten versehen. Dabei muß die Einstellung von Umschaltzeit und Schalterzuordnung in beiden Modellspeichern vorgenommen werden.

Damit sind hier sogar unterschiedliche Umschaltzeiten möglich, beispielsweise von der Schwebeflug-einstellung eines Hubschraubers mit niedriger Drehzahl auf die Kunstflugeinstellung mit hoher Drehzahl innerhalb von 3 Sekunden, zurück auf die niedrige Schwebeflugdrehzahl dagegen innerhalb von 7 Sekunden, um dem System ausreichend Zeit zu geben, die hohe Drehzahl abzubauen, bevor die neuen Einstellwerte wirksam werden. Dabei ist zu beachten, daß stets diejenige Zeitkonstante wirksam wird, die in dem Modellspeicher vorgenommen wurde, in den hinein gewechselt wird. In diesem Beispiel bedeutet das also, daß die Zeitkonstante im Speicher für die Kunstflugeinstellung die Zeit bestimmt, in der von der Schwebeflug-einstellung auf die Kunstflugeinstellung gewechselt wird; die Zeitkonstante im Speicher für die Schwebeflug-einstellung bestimmt dagegen die Zeit für den Wechsel zurück von der Kunstflugeinstellung auf die Schwebeflug-einstellung.

Zur Beachtung:

SOFT-SWITCH mit AUTO-SYNCRO ist nur bei Sendern mc-18 / mc-20 mit 30 Speicherplätzen möglich, nicht bei den älteren Geräten mit 7 Speicher-

plätzen. Das ist dadurch begründet, daß für die Speicherung der Zwischenwerte während des Umschaltens (AUTO-SYNCRO) der (im 7-Speicher-Sender nicht vorhandene) 31. Speicherplatz verwendet wird, der sonst nur für die Sicherungskopie von gelöschten oder überschriebenen Modellspeicherplätzen verwendet wird. Aus diesem Grunde ist diese Sicherungskopie nach der erstmaligen Ausführung eines "weichen" Speicherwechsels nicht mehr vorhanden.

Beim versehentlichen Löschen oder Überschreiben eines Modellspeichers kann daher nur solange auf die Sicherungskopie in Speicher 31 zurückgegriffen werden, bis erstmals danach eine "weiche" Umschaltung mit Zeitkonstante durchgeführt wird.

Code 81 stat. DMA

Statischer Drehmomentausgleich

s	t	a	t	D	M	A	a	u	f	3	0	←
F	l	2					a	b	-	1	5	

Über Code 81 wird der statische Drehmomentausgleich (DMA, Mixer Pitch => Heck) eingestellt, und zwar separat für Pitchwerte ober- und unterhalb der Pitchknüppel-Mittelstellung (Schwebeflugpunkt).

Für die Flugphasen "Normal" und "FL2" können unterschiedliche Ausgleichswerte eingestellt werden, also beispielsweise für Schwebeflug und Kunstflug.

Darüber hinaus ist es möglich, den Drehmomentausgleich im Sinkflugbereich umzukehren, wie es beispielsweise für den schalterlosen Rückenflug ("3-D"-Fliegen) erforderlich ist, weil hier bei negativen Pitchwerten in der Rückenlage das Drehmoment wieder ansteigt.

Hier ist es dann sinnvoll, die Umschaltung auf die V-Gaskurve (Code 85) mit der FL2-Umschaltung zu kombinieren, so daß im Normalflug ein normaler Drehmomentausgleich erfolgt, bei Aktivierung der "3-D"-Option (V-Gaskurve, andere Gas- und Pitchkurven etc.) ein entsprechend im negativen Bereich invertierter Ausgleich.

Einstellung:

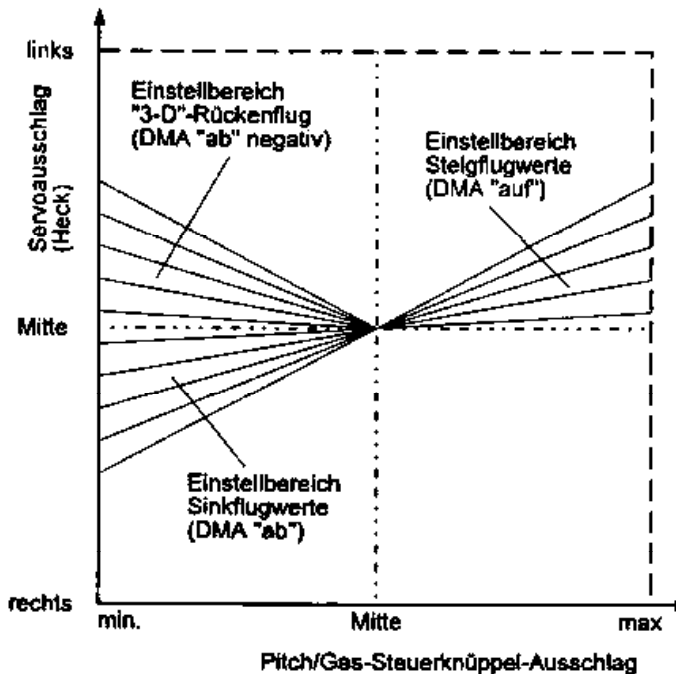
Um die Einstellungen vornehmen zu können muß zuvor über Code 67 der Hauptrotor-Drehsinn eingegeben worden sein, und die Autorotationsumschaltung darf nicht aktiv sein.

Der kleine Pfeil im Display zeigt auf den Wert, der gerade verändert werden kann; mit der Taste TURN wird er auf den jeweiligen Wert gestellt:

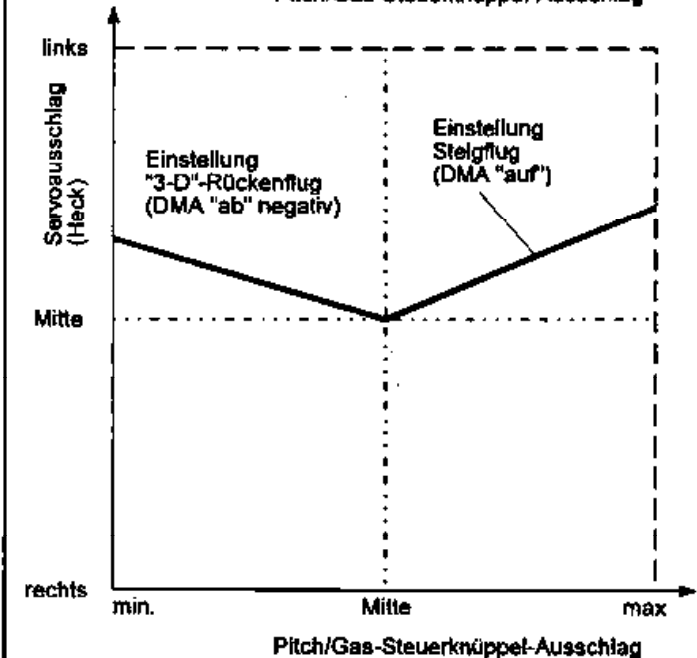
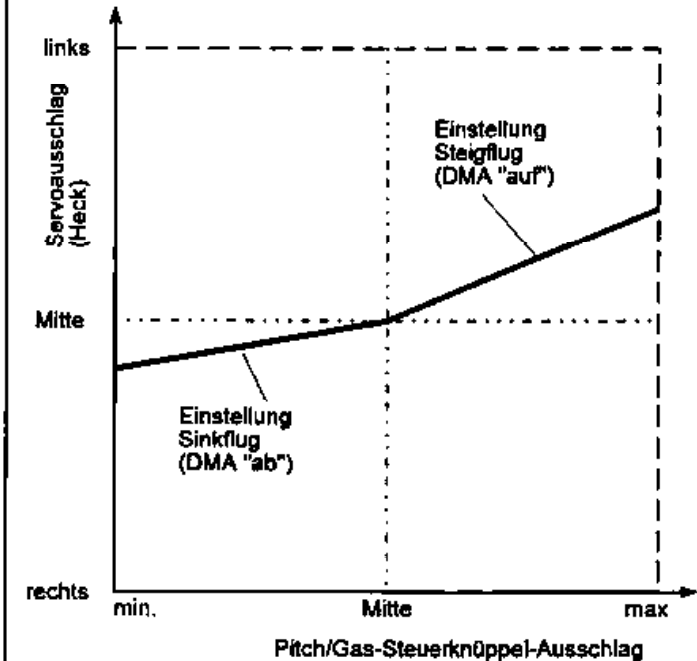
"auf" für Steigflugwerte,
"ab" für den Sinkflug.

Die Einstellung erfolgt über die Tasten INC und DEC, mit der Taste "5" kann der Wert für "ab" invertiert werden, was durch ein Minuszeichen vor dem Einstellwert angezeigt wird.

Bei Verwendung des PROFITRIM-Moduls (Best.-Nr.4109) und je eines Proportional-Drehmoduls (Best.-Nr.4111) für "auf" und "ab" sind diese Werte auch analog einstellbar.



Beispiel: Einstellungen für Normalflug und "3-D"



Code 28 Schwebe-Pitch

Pitch Schwebeflug Einstellung (+/- 64 Schritte)

S	c	h	w	e	b	e	P	i	t	c	h		
			N	o	r	m	a	l				0	

Über Code 28 kann der Pitchwert für den Schwebeflug ohne Beeinflussung der Maximal- und Minimalwerte so eingestellt werden, daß das Modell in Mittelstellung des Pitchsteuerknüppels schwebt. Der Einstellbereich beträgt +/-64Schritte. Die Einstellung erfolgt über die Tasten INC und DEC.

Die Verdoppelung des Einstellbereiches gegenüber dem ULTRASOFT-ROM mc-20 X von +/-32 Schritten auf +/-64 Schritte ermöglicht selbst extrem progressive oder degressive Steuerkurven, wie es beispielsweise bei Elektro-Hubschraubern erforderlich sein kann.

Eine zusätzliche analoge Einstellung (+/-16 Schritte) ist mit dem PROFITRIM-Modul (Best.-Nr.4109) möglich.

Für die Alternativeinstellung (FL2) kann ein separater Wert eingegeben werden, wenn ein entsprechender Schalter, über Code 23 zugeordnet, betätigt wird.

Code 84 Schwebe-Gas

Gas Schwebeflug (+/- 64 Schritte)

S	c	h	w	e	b	e	G	a	s				
			N	o	r	m	a	l	+	4	3		

Mit Code 84 kann die Vergaserstellung für den Schwebeflug (Mittelstellung des Pitch/Gas-Steuerknüppels) ohne Beeinflussung des oberen und unteren Bereiches so eingestellt werden, daß sich die gewünschte Drehzahl ergibt.

Bei Elektro-Hubschraubern gilt diese Einstellung sinngemäß für den Drehzahlsteller des Elektromotors.

Der Verstellbereich beträgt +/- 64 Schritte, wobei der Wert "0" der normalen, linearen Ansteuerung entspricht; negative Werte bewirken eine progressive Gaskennlinie, positive Werte eine degressive Vergaserbetätigung.

Die Verdoppelung des Einstellbereiches gegenüber dem ULTRASOFT-ROM mc-20 X von +/-32 Schritten auf +/-64 Schritte ermöglicht auch hier extrem progressive oder degressive Steuerkurven, wie es beispielsweise bei Elektro-Hubschraubern erforderlich sein kann.

Die Einstellung erfolgt mit den Tasten INC und DEC; mit CLEAR kann direkt auf "linear" (0) geschaltet werden.

Für die Alternativeinstellung (FL2) kann ein separater Wert eingegeben werden, wenn ein entsprechender Schalter, über Code 23 zugeordnet, betätigt wird.

In Verbindung mit den Optionen 26 (max Pitch) und 28 (Schwebe-Pitch) ist es jetzt problemlos möglich, vom Schwebeflug bis zum maximalen Steigflug eine konstante Systemdrehzahl zu erreichen, wobei das Modell exakt in Mittelstellung des Pitchsteuerknüppels schwebt. Hierzu ist folgendermaßen vorzugehen:

Abstimmung von Gas und Pitch:

Zunächst führt man einen längeren senkrechten Steigflug aus, mit dem Pitchsteuerknüppel in Endstellung, wobei sich die gewünschte Drehzahl einstellen sollte. Das hängt von der Leistung des Motors und vom Modellgewicht ab. Ist die Drehzahl zu niedrig, so wird über Code 26 (max Pitch) der maximale Blattwinkel verringert; bei zu hoher Drehzahl im Steigflug wird entsprechend "max Pitch" vergrößert.

Wenn diese Einstellung korrekt ist, bringt man das Modell in den Schwebeflug, der bei Mittelstellung des Pitchknüppels erreicht werden sollte. Muß für den Schwebeflug der Pitchsteuerknüppel von der Mittel-lage weg in Richtung höherer Werte bewegt werden, so kompensiert man dieses über Code 28 (Schwebe-Pitch), indem man diesen Wert in positive Richtung verändert, bis das Modell in Knüppelmittelstellung schwebt.

Im umgekehrten Fall, wenn das Modell schon unterhalb der Knüppel-Mittelstellung schwebt, ist der Wert bei Code 28 entsprechend in negative Richtung zu verändern.

Mit Code 84 (Schwebe-Gas) wird nun die Drehzahl im Schwebeflugpunkt auf den gleichen Wert eingestellt, der sich zuvor beim maximalen Steigen ergeben hat. Eventuell muß diese Einstellung im Wechsel mit Einstellung Code 28 (Schwebe-Pitch) vorgenommen werden, bis sich eine absolut konstante Drehzahl für Schwebe- und Steigflug ergibt.

Diese Einstellung ist von elementarer Wichtigkeit für die gesamte Abstimmung des Hubschraubermodells und sollte daher besonders gewissenhaft durchgeführt werden. Alle anderen Einstellungen setzen voraus, daß diese Gas/Pitch-Abstimmung einwandfrei durchgeführt wurde.

Programmierbeispiele Helikopter

"3-D"-Einstellung mit V-Gaskurve und "negativem" Drehmomentausgleich

Für das nachfolgende Einstellbeispiel wird davon ausgegangen, daß Sie Ihr Modell bereits in einer "normalen" Einstellung so eingeflogen haben, wie es beispielsweise im Handbuch der mc-20-Fernsteuerung beschrieben wurde.

Eine Einstellung für schalterlosen Rückenflug und für das sogenannte "3-D"-Fliegen setzt voraus, daß der Pitchbereich in negative Richtung ausreichend groß ist, also etwa dem Absolutwert des Pitch in positive Richtung entspricht. Dabei ist es praktisch unerheblich, ob die Rotorblätter ein symmetrisches oder asymmetrisches (S-Schlag-) Profil aufweisen; beides ist für den Rückenflug und andere "negative" Flugfiguren gleichermaßen geeignet.

Die nachfolgend beschriebene Programmierung soll nun einerseits dafür sorgen, daß bei negativen Pitchwerten, wie sie in der Rückenfluglage zum Schweben und Steigen benötigt werden, der Vergaser unterhalb der Schwebeflugposition wieder kontinuierlich mit der Pitchsteuerung geöffnet wird, um die Drehzahl aufrecht zu erhalten, andererseits muß nun auch der statische Drehmomentausgleich in diesen Fluglagen entsprechend umgekehrt (negativ) wirken, so daß bei größeren negativen Pitchwerten auch wieder ein stärkerer Drehmomentausgleich durch den Heckrotor erfolgt, dieser also stärker angestellt wird.

Beide Steuerkennlinien weisen daher die Form eines "V" auf, dessen untere Spitze im Schwebeflugpunkt liegt; unter- und oberhalb dieser Stellung des Gas/Pitch-Steuerknüppels wird der Vergaser kontinuierlich weiter geöffnet und der Heckrotor stärker angestellt.

Dadurch, daß die minimale Vergaseröffnung dem Leistungsbedarf im Schwebeflug entspricht, kann man den Motor in dieser Einstellung nicht anlassen, man muß die "3-D"-Einstellung also kurz vor dem Abheben oder auch im Flug zuschalten können. Da sich diese Einstellung darüber hinaus für "normale" Sinkflüge schlechter eignet, ist ohnehin eine Umschaltung zwischen "3-D" und Normalflug wünschenswert. Die Umschaltmöglichkeit des statischen Drehmomentausgleichs (Code 81) ist an die FL2-Umschaltung

gekoppelt. Daher soll nun die alternative Flugeinstellung FL2 die "3-D"-Einstellung werden, "normal" dementsprechend die Einstellung für den Normalflug.

Zunächst wird daher der für die Umschaltung Normal/FL2 vorgesehene Schalter, in diesem Beispiel Schalter 3, über Code 23 der FL2-Umschaltung zugeordnet:

ENTER 2 3 ENTER 6 x INC CLEAR 3

	G	V	1	G	V	2	F	L	2	P	R	T
		9			9			3				9

Die V-Gaskurve soll über die Gasvorwahl 2 eingestellt werden, daher muß der Normal/FL2-Schalter 3 auch der Umschaltung auf GV 2 zugeordnet werden:

DEC CLEAR 3

	G	V	1	G	V	2	F	L	2	P	R	T
		9			3			3				9

Schließen Sie die Eingaben mit ENTER ab. Wählen Sie jetzt nacheinander die Code-Nr. 26 (max. Pitch), 27 (min Pitch), 28 (Schwebeflug-Pitch) und 84 (Gas Schwebeflug) an und übertragen Sie jeweils die zuvor erfliegenen Werte der Normalflugeinstellung in die FL-2-Einstellung, wobei sie jeweils mit dem Schalter 3 hin- und herschalten. (Eine eventuell abweichende Einstellung für das "3-D"-Fliegen muß später "erfliegen" werden, das Übertragen der Normalflugwerte stellt nur eine gute Näherung dar).

Wählen Sie jetzt den statischen Drehmomentausgleich (Code 81) an:

ENTER 8 1 ENTER

s	t	a	t	D	M	A	a	u	f	4	5	%
							a	b		1	5	%

Betätigen Sie nun wiederum den Schalter 3, um auf die "3-D"-Einstellung umzuschalten, und übertragen Sie zunächst auch hier die Werte der Normalflugeinstellung, erhöhen den Wert für "ab" jedoch etwas und kehren ihn mit der Taste 5 um (Vorzeichen -):

S3>FL2, INC/DEC... TURN INC/DEC... 5

s	t	a	t	D	M	A	a	u	f	4	5	%
F	L	2					a	b	-	2	0	%

Auch das sind nur Näherungswerte, die später genau "erfliegen" werden sollen.

Schließen Sie die Eingaben mit ENTER ab und wählen Sie die Gasvorwaleinstellung (Code 85) an, wobei Sie den Schalter 3 in Stellung "3-D" bringen, und erhöhen den Wert für "G" auf 198%, um die gewünschte V-Gaskurve zu erreichen:

ENTER 8 5 ENTER

G	a	s	v	o	r	w	(2)	1	9	8	%
							P	u	n	k	t		0

Schließen Sie die Eingaben mit ENTER ab. Die "3-D"-Feineinstellungen für Pitch, Gas und Drehmomentausgleich müssen nun erfliegen werden.

Programmierbeispiele Helikopter

mc-20-Programmierung beim Einsatz von Drehzahlreglern

Der Einsatz eines Drehzahlreglers im Hubschrauber kann die Abstimmarbeiten des Modells wesentlich vereinfachen, doch entsteht gleichzeitig ein höherer Aufwand bei der Senderprogrammierung durch die jetzt erweiterten Möglichkeiten und gestiegenen Ansprüche: Meist begnügt man sich nicht mit der einfachen, ursprünglich vorgesehenen Betriebsweise des Reglers, nämlich die gewünschte Drehzahl mit einem Schieberegler vorzuwählen, der zudem in seiner untersten Stellung den Regler abschaltet. Vielmehr möchte man die umfangreichen Programmiermöglichkeiten des modernen Computersenders mc-20 beispielsweise dazu nutzen, um bestimmte Drehzahlen und Betriebsarten des Reglers gleichzeitig mit entsprechenden Voreinstellungen des Modells während des Fluges abzurufen und umzuschalten. Es folgen daher einige Programmierbeispiele für unterschiedliche Anforderungen.

Die Grundeinstellung

Beim Graupner-Drehzahlregler mc-HELI-CONTROL kann die Grundeinstellung der Vergaseransteuerung zunächst ganz normal, unter Zuhilfenahme aller elektronischen Möglichkeiten des Senders vorgenommen werden, wie z.B. Wegeinstellung (Code 12), Mittentrimmung (Code 15) usw. Dann erst werden die Einstellungen von Gas- und Zusatzkanal dem Regler über die Reglerprogrammierung "mitgeteilt", wie in der Bedienungsanleitung des Reglers beschrieben. Der Zusatzkanal wird dabei so eingestellt, daß am unteren Anschlag des Schiebereglers die Drehzahlregelung ausgeschaltet ist und am oberen Anschlag die maximal mögliche geregelte Drehzahl zu Verfügung steht. Schließlich wird für die Gasvorwahl ein Wert von zunächst einmal 60% programmiert, so daß der Regler bei aktiver Gasvorwahl auch bei unterster Stellung des Gas/Pitch-Steuerknüppels nicht in den passiven Modus zurückfallen kann.

Mit dieser Grundeinstellung kann man auf jeden Fall schon einmal mit Drehzahlregelung fliegen, und auch die Regelung ausschalten, indem man den Schieber des Zusatzkanals an den unteren Anschlag bringt.

Anpassen des Drehzahl-Einstellbereiches

Für den praktischen Einsatz ist der sehr große Einstellbereich von "Regler aus" bis zur Maximaldrehzahl

auf dem Schieberweg meist ungünstig, eine bestimmte Drehzahleinstellung läßt sich nur schwer reproduzieren. Daher soll nun zunächst die bevorzugte "Normaldrehzahl" genau in die Mittelposition des Schiebereglers gelegt werden, der bei der mc-20 einen deutlich fühlbaren Rastpunkt besitzt. Diese Einstellung erfolgt am besten im Flugbetrieb: Der Schieber wird in die Mittelstellung gebracht, und nun stellt man über Code 15 (Mittenverstellung) für Kanal 8 die gewünschte Drehzahl ein.

Jetzt kann auch derjenige Bereich des Schieberweges ausgeblendet werden, der den Regler abschaltet. Bei laufendem Motor des am Boden stehenden Modells (mit geregelter Drehzahl) bringt man dazu den Schieberegler an den unteren Anschlag. Wenn zuvor beim Einstellen der Normaldrehzahl keine all zu große Abweichung von der Mittelstellung programmiert wurde, müßte jetzt der Regler ausgeschaltet werden. Über Code 16 (Geberanpassung) kann nun der Einstellbereich des Schiebereglers zunächst zwischen Mittelstellung und unterem Anschlag soweit verringert werden (Taste DEC), daß sich am unteren Anschlag gerade die niedrigste, noch sinnvoll einsetzbare Drehzahl ergibt. Danach bringt man den Schieber an den oberen Anschlag und stellt, ebenfalls über Code 16/Kanal 8 die Maximaldrehzahl ein, die man im Reglerbetrieb fliegen möchte.

Nun kann man also den Hubschrauber im Reglerbetrieb betreiben, allerdings ohne die Möglichkeit, mit ausgeschalteter Regelung zu fliegen.

Regler ein- und ausschalten

Um den Regler ausschalten zu können, verwendet man einen der frei programmierbaren Mixer. Ausgehend von der zuvor beschriebenen Einstellung des Einstellbereiches notiert man den über Code 16 /Kanal 8 eingestellten Wert für die minimale geregelte Drehzahl: Schieberegler am unteren Anschlag, den abgelesenen Wert notieren. Nun wird diese Einstellung für den unteren Anschlag des Schiebereglers mit CLEAR vorübergehend wieder gelöscht, so daß man jetzt mit dem Schieber den Regler wieder abschalten kann.

Über Code 51 wird jetzt ein Mixer für die Reglerabschaltung ausgewählt, beispielsweise Mixer 1: Dafür wird programmiert: Mixer 1, Kanal 8 -> Kanal 8. Über Code 33 wählt man den für die Abschaltung des Reglers vorgesehenen Externschalter aus, z.B. Schalter 7. Während der Schieber am unteren Anschlag (Regler aus) steht, wird mit der Taste STORE(1) der Mixeroffset auf genau diese Position gelegt, und über Code 61 wird ein Mischanteil von -100% eingestellt. Mit Hilfe von Code 74 /Kanal 8 kann man sich nun davon überzeugen, daß sich der Kanalwert bei eingeschaltetem Mixer nur noch unwesentlich verändert, wenn man den Schieber vom unteren an den oberen Anschlag bewegt; sollte das nicht der Fall sein, so wurde bei Code 61 wahrscheinlich die Mischrichtung falsch eingestellt (mit TURN) ändern. Bei abgeschaltetem Mixer "folgt" der Kanal 8 wieder dem Schieberegler.

Zur Erklärung: bei eingeschaltetem Mixer kehrt dieser jeden Einstellwert des Schiebers um, der von der untersten Position (Offsetpunkt) abweicht, und mischt dieses invertierte Signal in den Kanal 8 ein, so daß es das normale Signal vom Schieber gerade wieder aufhebt. Auf diese Weise wird der Zusatzkanal (8) gleichsam am unteren Anschlag "festgenagelt", womit der Regler ausgeschaltet ist, unabhängig von der Stellung des Schiebereglers. Nun muß man nur noch die ursprüngliche Einstellung für die Geberanpassung wieder herstellen, die zuvor gelöscht wurde, um den Mixer-Offset programmieren zu können: Code 16 /Kanal 8, Schieber am unteren Anschlag und den notierten Wert wieder einstellen.

Man kann somit die Regelung nicht mehr mit dem Schieber, sondern nur noch durch Einschalten des Mixers ausschalten.

Programmierbeispiele Helikopter

mc-20-Programmierung beim Einsatz von Drehzahlreglern

Umschaltung Schweben / Kunstflug

Man kann den Schalter für die Reglerabschaltung gleichzeitig über Code 23 auch der Flugphasenumschaltung (FL2) zuordnen, so daß man nun beispielsweise für den Schwebeflug (mit Regler) und den Kunstflug (ohne Regler) auch unterschiedliche Grundeinstellungen des Modells programmieren kann: Pitch-Maximum, -Minimum und -Schwebeflug sowie die Schwebeflug-Gaseinstellung können so für die Flugphase ohne Regler separat eingestellt werden, so daß sowohl mit als auch ohne Regelung das Modell immer ungefähr in Mittelstellung des Gas/Pitch-Steuerknüppels schwebt. Eine eventuell erforderliche Trimmänderung der Heckrotorsteuerung kann man mit einem weiteren frei programmierbaren Mixer kompensieren: Über Code 51 beispielsweise Mixer 2 zuordnen (0->4), mit Code 33 wieder den gleichen Schalter zuordnen wie für die Flugphasen-/Reglerumschaltung, dann über Code 71 den erforderlichen Trimmwert einstellen.

Spätestens hier wird wahrscheinlich auch deutlich, warum es ungünstiger wäre, für die Reglerabschaltung und die Vorwahl unterschiedlicher Drehzahlen einfach einen an Kanal 8 als Geber statt des Schiebereglers angeschlossenen 3-Stufen-Schalter zu verwenden: Im Gegensatz zu Externschaltern können Geber nicht zur Betätigung von Funktionen und Mixern verwendet werden (Code 23, 33 und 34).

Speicherumschaltung für Schwebeflug / Kunstflug

Für die Programmierung völlig unabhängiger Einstellungen für Schwebeflug und Kunstflug ist es am einfachsten, wenn man die Möglichkeit der Speicherumschaltung des Senders mc-20 benutzt.

Dazu wird zunächst die Einstellung mit Regelung im Speicher für das "Basismodell" so vorgenommen, wie zuvor beschrieben: Grundeinstellung und Anpassung des Schiebereglers, jedoch keine Mixerzuordnungen für die Reglerabschaltung und Trimmänderungen. Über Code 23 wird noch ein Schalter zugeordnet für die Speicherumschaltung, dann kopiert man das ganze in den nächsthöheren Modellspeicher, der die

Kunstflugeinstellung darstellen soll. Nun schaltet man auf diesen Speicher um und ordnet über Code 23 dem für die Reglerbetätigung verwendeten Kanal (in unserem Beispiel immer noch Kanal 8) einen "Phantomschalter" (9) zu. Damit wird der Schieberegler von diesem Kanal automatisch abgekoppelt. Mit Code 16 (Geberanpassung) wird für Kanal 8 wieder 100% eingestellt. Über Code 74 (Servoposition) überzeugt man sich nun, daß Kanal 8 am unteren Anschlag steht, womit der Regler abgeschaltet ist; sollte er am oberen Anschlag stehen, so wird einfach über Code 11 (Servo-Laufrichtung) der Kanal 8 "umgepolt".

Das war schon alles: Für Kunstflug und Schwebeflug können nun in jeweils einem separaten Modellspeicher völlig verschiedene Einstellungen vorgenommen werden, wobei die Schwebeflugdrehzahl mit dem Schieberegler in beliebigen Grenzen einstellbar ist. Über Code 16 /Kanal 8 kann man sich diesen Einstellbereich sinnvoll anpassen, so daß man die geregelte Schwebeflugdrehzahl je nach Wetterlage ändern kann.

Koppelung der Pitchtrimmung mit der Drehzahl

Wenn man die Systemdrehzahl über die Sollwertvorgabe für den Drehzahlregler in sehr weiten Grenzen einstellbar macht, ergibt es sich, daß sich die Schwebeflugposition des Gas/Pitch-Steuerknüppels mit der Drehzahl verschiebt: Bei niedriger Drehzahl ist naturgemäß mehr Pitch erforderlich, als bei hoher Drehzahl, um den selben Auftrieb zu erzeugen. Hinzu kommt noch, daß ein Pitch-Maximumwert, der so eingestellt wurde, daß bei hoher Drehzahl eine maximale Leistungsausbeute des Motors erzielt wird, bei niedriger Drehzahl unter Umständen kaum ausreicht für einen kräftigen Steigflug oder sogar zum Abfangen aus einem schnellen Sinkflug bei Rückenwind. Da sich zudem alle Mixer im Sender für die unterschiedlichen Kompensationen zunächst auf einen Schwebeflugpunkt in der Mittelstellung des Pitchknüppels beziehen, ist es sicher erstrebenswert, diesen Punkt auch bei unterschiedlichen Drehzahlen stabil an dieser Stelle zu halten.

Im Gegensatz zu Modellen ohne Drehzahlregelung ergibt sich beim Einsatz eines Reglers der Vorteil, daß die Systemdrehzahl reproduzierbar abhängt von einer bestimmten Einstellung am Sender, wodurch eine Kompensation der Pitcheinstellung über entsprechende Mixer verhältnismäßig einfach wird. Hat man erst einmal, wie zuvor beschrieben, den Einstellbereich des Schiebereglers für die Drehzahlvorgabe festgelegt, so kann man mit der Anpassung der Pitchtrimmung beginnen.

Wenn also, wie vorgeschlagen, ein an CH8 angeschlossener Schieberegler für die Drehzahleinstellung benutzt wird und unter der Voraussetzung, daß die Abstimmung des Modells bei Mittelstellung dieses Schiebers korrekt eingestellt wurde, so aktiviert man nun einen der frei programmierbaren Mixer über Code 51 von Funktion 8 -> Kanal 6, unabhängig davon, welchen Taumelscheibentyp man verwendet. Kanal 6 ist nämlich im Helikopterprogramm der Eingang für eine Gesamt-Pitchtrimmung, die normalerweise durch die vorhandenen, separaten Trimmungen für Pitch-Maximum, -Minimum und Schwebeflug überflüssig geworden wäre, hier aber gute Dienste leistet. Über diesen Eingang läßt sich nun der gesamte Pitchbereich nach oben oder unten verschieben, also nicht nur der Schwebeflugpunkt, sondern auch oberer und unterer Endwert. Über Code 71 (Mixer asymmetrisch) wird nun zunächst der Offset für den zuvor gewählten Mixer eingestellt: Drehzahl-Schieber in Mittelstellung, dann Taste "TURN" drücken. Dann werden für höhere Drehzahlen (Schieber nach oben) Mischanteil und -Richtung so eingestellt, daß das Kollektivpitch verringert, für niedrigere Drehzahlen entsprechend erhöht wird. Dabei beginnt man zweckmäßigerweise mit kleinen Einstellwerten von ca. 15...20% nach jeder Seite. Die endgültige Einstellung muß dann erfolgen werden: Man bringt das Modell mit dem Drehzahleinsteller in Mittelstellung in den Schwebeflug und vergewissert sich noch einmal, daß es bei Knüppelmittelstellung schwebt. Nun erhöht man langsam die Drehzahl bis zur Endstellung des Schiebers und beobachtet dabei, ob das Modell noch steigt oder schon fällt; dabei muß man allerdings abwarten, bis sich die neue Drehzahl

stabilisiert hat. Dementsprechend wird nun der Mixer nachgestellt, bis das Modell wieder bei der gleichen Knüppelstellung schwebt, wie zu Anfang. Danach wird in gleicher Weise für niedrigere Drehzahlen verfahren, bis das Modell schließlich völlig unabhängig von der Drehzahl bei Mittelstellung des Pitchsteuerknüppels schwebt.

Die oben beschriebene Pitchanpassung kann man allerdings auch noch auf eine andere Weise durchführen, ohne dafür einen der frei programmierbaren Mixer verwenden zu müssen, falls diese anderweitig benötigt werden: Über Code 37 (Geberzuordnung) kann man für den Eingang 6 (im Heliprogramm, wie oben beschrieben, immer Gesamtpitchtrimmung) den selben Geber zuordnen, wie für Eingang 8 (Drehzahlvorgabe). Die Größe der Trimmkorrektur für Pitch kann dann über Code 16 (Geberanpassung) für Kanal 6 eingestellt werden, und zwar ebenfalls getrennt für Werte ober- und unterhalb der Mittelstellung des Reglers. Der einzige Schönheitsfehler dieser Lösung ist, daß die Wirkungsrichtung des Schiebereglers auf den Eingang 6 (Pitchtrimmung) nicht elektronisch über das Programm umgekehrt werden kann. So wird bei Bewegungen des Schiebers nach oben der Pitchwert erhöht, nach unten verringert. Das ist jedoch genau das Gegenteil von dem, was hier benötigt wird. Man kann sich hier nur auf zwei Arten helfen: Entweder man dreht den Stecker des Schiebereglers um und kehrt damit die Steuerrichtung mechanisch um; das widerspricht aber eigentlich dem Prinzip einer vollständig programmgesteuerten Konfiguration, oder man benutzt den Schieber bezüglich der Drehzahlvorgabe logisch umgekehrt, also so, daß die Drehzahl beim Herunterziehen des Schiebers erhöht wird. In beiden Fällen muß die Wirkung auf den Drehzahlregler (Kanal 8) dann wieder über die Programmierung umgekehrt werden (Code 11, Servoumkehr). Wie gesagt, diese Art der Pitchanpassung ist eher als Notlösung anzusehen, wenn nicht genügend frei programmierbare Mixer für alle Sonderwünsche zu Verfügung stehen, aber man kann sich so wenigstens helfen.

Kompensation der Heckrotortrimmung

Mit der zuvor beschriebenen Anordnung kann man die Grundabstimmung des Modells, also das Verhältnis von Drehzahl zu Kollektivpitch, stufenlos in einem sehr großen Bereich einstellen, doch ändern sich damit natürlich auch das Drehmoment des Antriebs und die ausgleichende Wirkung des Heckrotors entsprechend: Für eine stabile Einstellung des Modells unabhängig von der Drehzahl wird also auch eine Anpassung der Heckrotortrimmung erforderlich. Das Vorgehen ist ähnlich dem der Pitchkompensation: Über Code 51 einen frei programmierbaren Mixer zuordnen (8 -> 4), dann über Code 71 (Mixer asymmetrisch) Offset, Mischanteile und Mischrichtungen so einstellen, daß der Heckrotor nicht nachgetrimmt werden muß, wenn man die Drehzahl über den gesamten Bereich verändert.

Anpassung der Kreiselwirkung

Das ganze läßt sich perfektionieren dadurch, daß man nun auch noch die Kreiselwirkung an die unterschiedlichen Drehzahlen anpaßt: Bei niedriger Drehzahl und somit geringer Heckrotorwirkung kann man den Kreisel wesentlich weiter "aufdrehen" als bei hohen Drehzahlen mit stärkerer Heckrotorwirkung. Voraussetzung dafür ist ein Kreiselsystem mit möglichst linearer, stufenloser Einstellbarkeit der Kreiselwirkung über den Zusatzkanal (meist Kanal 7), wie das beispielsweise beim Graupner Gyro-System PIEZO-2000 der Fall ist. Man ordnet dann also wieder über Code 51 einen Mixer zu, diesmal dann Ka8 -> Ka7 und justiert mit Code 71 Mischanteile und -Richtungen so, daß bei auf maximaler Kreiselwirkung eingestelltem Schieberegler von Kanal 7 (Kreiselwirkung) der Kreisel unabhängig von der Drehzahl immer kurz vor dem Schwingungseinsatz steht: Der Mixer reduziert also die Kreiselwirkung bei hohen Drehzahlen und verstärkt sie bei niedrigen Drehzahlen.

Wenn man den Offset dieses Mixers an den oberen Anschlag des Drehzahlvorgabeschiebers stellt, also auf die höchste, geregelte Drehzahl, und dann den Mixer (jetzt nur noch einseitig, die andere Seite ist ja nicht mehr mit dem Schieber zu erreichen) so einstellt, daß sich die Kreiselwirkung beim Herunterziehen des Reglers auf niedrigere Drehzahlen kontinuierlich erhöht, so kann man für diesen Mixer über

Code 33 den selben Schalter zuordnen, den man für das Abschalten der Regelung verwendet, um beispielsweise auf eine unregelmäßige, hohe Kunstflugdrehzahl umzuschalten. Dann ist im unregelmäßigen Betrieb die Kreiseleinstellung wirksam, die der höchsten geregelten Drehzahl entspricht; unabhängig davon kann die Kreiselwirkung natürlich immer noch mit dem Schieberegler (7) beeinflußt werden, beispielsweise um die Grundeinstellung an die aktuelle Wetterlage anzupassen.

Die Beispiele zeigen, daß der Einsatz eines Drehzahlreglers im Modell die Abstimmung auf bestimmte Drehzahlen reproduzierbarer macht und damit die Möglichkeit bietet, über entsprechende Programmierungen im Sender unerwünschte Effekte noch wirksamer zu kompensieren, vorausgesetzt, der Sender bietet so weitreichende und individuell anpaßbare Möglichkeiten, wie es beim System Graupner mc-18/mc-20 der Fall ist.

Programmierbeispiele Helikopter

Weiche Flugphasenumschaltung Schwebeflug / Kunstflug am Beispiel eines F3C-Wettbewerbshubschraubers

Das internationale F3C-Wettbewerbs-Programm besteht sowohl aus Schwebeflugfiguren, als auch aus darauf folgenden Kunstflugfiguren. Die Wettbewerbsmodelle für dieses und ähnlich gestaltete Programme werden meist so eingestellt, daß man die Schwebeflugfiguren mit niedriger Drehzahl fliegt, woraus sich ein ruhiges, gleichmäßiges Flugbild bei nur geringer Geräusentwicklung ergibt, während die Kunstflugfiguren mit der hierfür erforderlichen, hohen Hauptrotordrehzahl ausgeführt werden; der Einsatz eines Drehzahlreglers, wie z.B. mc-HELI-CONTROL, gehört bei diesen Modellen zum Standard.

Dabei wird für beide Flugphasen jeweils eine in allen relevanten Parametern optimierte Einstellung benutzt, die man gewöhnlich durch einen Externschalter anwählen kann. Die Umschaltung zwischen der Schwebeflug- und der Kunstflugeinstellung erfolgt dann während des Fluges; hierbei ist es wünschenswert, daß der Wechsel zwischen den beiden Abstimmungen nicht abrupt und im Flugbild sichtbar erfolgt, sondern weich in einer Zeit von 2 bis 6 Sekunden.

Im folgenden Beispiel soll die niedrige Schwebeflugdrehzahl über einen Schieberegler (6) einstellbar sein in einem Bereich von ca. 1200...1500 Upm, die Kunstflugdrehzahl von ca. 1800 Upm ist fest eingestellt, allerdings soll in der Kunstflugphase der Drehzahlregler wahlweise auch abgeschaltet werden können über einen Externschalter (5). Die Schwebflugeinstellung wird in Speicher 1 abgelegt, die Kunstflugeinstellung in Speicher 2; die Flugphasenumschaltung erfolgt also durch einen Speicherwechsel und soll mit dem Externschalter (6) vorgenommen werden.

1. Die Schwebflugeinstellung

Zunächst wird in Speicher 1 (Auswahl über Code 56) die Schwebflugeinstellung des Modells programmiert, wie beispielsweise im Handbuch mc-20 beschrieben. Dabei wird über Code 37 der Schieberegler (6) dem Kanal 8 zugeordnet; über Code 16 (Geberanpassung) wird die Wirkung dieses Schiebers auf die Gesamt-Pitchtrimmung beidseitig auf "0" gesetzt.

Für den Kanal 8 (Sollwertvorgabe für den Drehzahlregler) werden zunächst sowohl in Code 12 als auch in Code 16 100% eingestellt, und mit dieser Einstellung wird der Drehzahlregler programmiert. Dabei wird für die unteren Werte des Reglers der Schieber an den unteren Anschlag gestellt, beim Gaskanal wird ein Regelminimum eingestellt, das ungefähr 80% des Gasvorwahlwertes entspricht. Für die oberen Werte stellt man den Schieberegler an den oberen Anschlag und den Gas/Pitch-Steuerknüppel auf Vollgas.

Dann wird das Modell eingeflogen und über Code 16 der Einstellbereich des Schiebereglers nach unten so weit reduziert, daß der Drehzahlregler am unteren Anschlag dieses Schiebers nicht mehr abgeschaltet wird, sondern sich gerade die gewünschte minimale Drehzahl von 1200 Upm ergibt (Drehzalmesser oder nach Gehör abschätzen). Ebenfalls über Code 16 wird dann für den oberen Anschlag des Schiebereglers eine Drehzahl von 1500 Upm eingestellt, oder eben die höchste gewünschte Schwebeflugdrehzahl.

Die Drehzahlregelung kann jetzt nur noch über eine Zurücknahme der Gasvorwahl bzw den Autorotationsschalter ausgeschaltet werden; im Flug und mit aktivierter Gasvorwahl ist sie immer eingeschaltet.

Über Code 51 können jetzt noch zwei frei programmierbare Mixer programmiert werden von Kanal 8 -> 7 (Kreiselanpassung) und 8 -> 6 (Pitchanpassung), wie in den vorangegangenen Ausführungen über die Reglerprogrammierung erläutert wurde. Diese Schwebflugeinstellung ist sodann im Flugbetrieb zu optimieren.

2. Die Kunstflugeinstellung

Über Code 23 wird für den Speicherwechsel und die Umschaltung auf die Kunstflugeinstellung der Schalter 6 zugeordnet auf Mo2:

	M	o	2		M	o	3		L	/	S			
			6				N				N			

Dann wird über Code 94 die Einstellung von Speicherplatz 1 auf Speicherplatz 2 kopiert:

K	o	p	i	e	:			1				2		
E	N	T	E	R	=	a	u	s	f	ü	h	r	e	n

Nun wird mit dem Externschalter 6 auf Speicherplatz 2 umgeschaltet, so daß hier die Änderungen für die Kunstflugeinstellung vorgenommen werden können: Da die Drehzahl hier unveränderbar fest eingestellt sein soll, wird über Code 23 der Externschalter 5 auf Ka8 zugeordnet, mit dem die Regelung ein- und ausgeschaltet werden soll:

	R	f	i		K	a	7		K	a	8		K	a	9
							N				5				N

Die Mixer für die Anpassung von Kreiselwirkung und Pitchtrimmung sind hier nicht erforderlich und werden deaktiviert.

Der Externschalter (5) betätigt jetzt anstelle des Schiebereglers den Kanal 8 (Drehzahlvorgabe); über Code 16 (Geberanpassung) wird für die eine Schalterstellung ein Wert von -100% eingestellt, womit der Regler abgeschaltet ist, für die andere Schalterstel-

lung wird ebenfalls mit Code 16 die Kunstflugdrehzahl von ca 1800 Upm eingestellt.
 Alle übrigen Einstellungen (Pitch, Drehmomentausgleich, Gaskurven etc.) werden nun im Flugbetrieb optimiert.

3. Die Umschaltzeiten

Über Code 36 werden die Umschaltzeiten für die Übergänge Kunstflug /Schwebeflug programmiert.

Dabei können hier unterschiedliche Zeiten eingegeben werden für den Übergang Schwebeflug -> Kunstflug und den Übergang Kunstflug -> Schwebeflug, weil die Umschaltung über einen Speicherwechsel realisiert wurde.

Für den Übergang Schwebeflug -> Kunstflug wird mit dem Schalter 6 die Kunstflugeinstellung angewählt und hier Code 36 aufgerufen. Für diesen Übergang soll eine Zeit von 3 Sekunden eingestellt werden:

U	m	s	c	h	a	l	t	z	e	i	t				
S						6				3	.	0	s	e	k

Zum Programmieren der Zeitkonstante für den Übergang Kunstflug -> Schwebeflug wird mit dem Schalter 6 auf die Schwebeflugeinstellung umgeschaltet.

Erinnerung: Die Speicherumschaltung kann nur aus der Grundstellung des Senders heraus erfolgen, nicht aus dem Programmiermodus.

Hier soll eine Zeit von 6 Sekunden eingestellt werden, um dem System genügend Zeit zu geben, die Drehzahl abzubauen, bevor die Schwebeflugeinstellungen voll wirksam werden:

U	m	s	c	h	a	l	t	z	e	i	t				
S						6				6	.	0	s	e	k

Die Umschalt-Zeitkonstanten werden beim Speicherwechsel immer in demjenigen Speicher eingegeben, in den umgeschaltet wird.

Die Flugphasenumschaltung erfolgt jetzt also "weich" innerhalb der eingestellten Zeitkonstanten synchron mit der Drehzahländerung, allerdings nur dann, wenn der mit Schalter 5 auch im Kunstflug der Regler eingeschaltet ist (Normalfall).