



Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5

Ein Flugmodell wie sein großes Vorbild zu beleuchten, ist neben einer eindrucksvollen optischen Ergänzung auch eine Hilfe für den Piloten. Die Positionslichter rechts (grün), links (rot) und hinten (weiß), ein rotes Blinklicht am Heck und ein Anti-Kollisions-Blitzer helfen z. B. die Lage des Flugmodells wiederzuerkennen, wenn der Pilot von der Sonne geblendet wird. Das Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5 kann die verschiedenen Positionslichter entsprechend ansteuern. Außer den Positionslichtern und dem Anti-Kollisions-Blitzer sind zusätzlich auch Landeleuchten über die Fernsteueranlage bedienbar. In der Dämmerung und bei Dunkelheit sorgt die ferngesteuerte Beleuchtung für aufsehenerregende Lichteffekte.

Zusätzlich überwacht das Modellflug-Beleuchtungsmodul die Spannungen von bis zu zwei verschiedenen Akkus. Das Unterschreiten von zuvor festgelegten Akkuspannungen wird dem Piloten optisch signalisiert und davon betroffene Lichter werden abgeschaltet.

Vorbildgetreu beleuchtet

Das Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5 ermöglicht es, ein Flugmodell entsprechend den Vorschriften über die von Luftfahrzeugen zu führenden Lichter zu beleuchten. Nach diesen Vorschriften sind als Positionslichter ein rotes Licht links,

ein grünes Licht rechts und ein weißes Licht, das nach hinten strahlt, wie in Abbildung 1 dargestellt, zu führen.

Die Positionslichter dürfen entweder Dauerlichter oder Blinklichter sein. Falls Blinklichter verwendet werden, dürfen zusätzlich ein rotes Blinklicht am Heck und/oder ein weißes Blinklicht, das aus allen Richtungen zu sehen ist, geführt werden.

Technische Daten: MFB 5

Versorgungsspannung: 4–9,6 V
 Stromaufnahme: unbelastet 5 mA
 Schaltausgang: max. 25 V/2 x 3/5 A,
 2 x 0,5/0,8 A
 Abm. (B x H x T): ... 51 x 5 x 80 mm
 Gewicht: ca. 24 g

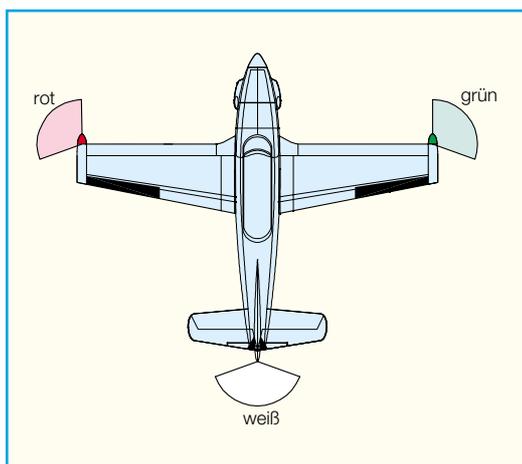


Bild 1: Die Positionslichter eines Flugzeugs

Diese Lichter dürfen in den Blinkpausen der Positionslichter leuchten. Damit entsteht dann der faszinierende Original-Effekt, den wir an vorbeifliegenden, startenden und landenden Flugzeugen sehen können.



Bild 2: Seitenleitwerk mit installiertem Anti-Kollisionslicht

Es gibt unterschiedliche Realisierungsmöglichkeiten dieser Lichtfunktionen. Einige Verkehrsflugzeuge verwenden z. B. eine so genannte Wechselerkennung, wobei die Seitenlichter alle zwei Sekunden wechselweise rot/grün und weiß blitzen.



Bild 3: Tragfläche mit Landeleuchten und Positionslicht

Ein „Rotating Beacon“ auf dem Seitenleitwerk dient einigen Flugzeugen als Zusammenstoß-Warnlicht. Abbildung 2 zeigt das Seitenleitwerk eines Modellflugzeuges mit einem entsprechend montierten Licht.

Das Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5 ist so programmierbar, dass sich viele der möglichen Lichtkombinationen ansteuern lassen. Die Open-Collector- und Open-Drain-Ausgänge ermöglichen einen universellen Einsatz. Es können sowohl LEDs als auch Glühlampen angesteuert werden. Beim Einsatz von LEDs ist zu beachten, dass jeder LED ein Vorwiderstand vorgeschaltet sein muss. Ein Beispiel für die Realisierung von Positionslichtern und Landeleuchten mit Glühlicht ist in Abbildung 3 dargestellt. Denkbar ist auch das Ansteuern anderer Funktionen wie das Ausfahren des Fahrwerks zusammen mit den Landeleuchten.

Grundfunktion

Die Grundfunktion des Modellflug-Beleuchtungsmoduls MFB 5 ist das Ansteuern der verschiedenen Lichter eines Flugmodells.

Durch die Blink-Funktion wird die Stromaufnahme je nach Leuchtdauer und Blink-Intervall gesenkt. Leuchtdauer und Blink-Intervall sowie eine Verzögerung zum Realisieren von zeitversetztem Blinken sind über verschiedene Menüpunkte einstellbar.

So kann die Stromaufnahme durch den Einsatz von LEDs und das Verkürzen der Leuchtdauer gesenkt werden. Dagegen kann es beim Einsatz von Glühlampen erforderlich sein, die Leuchtdauer zu verlängern, damit die betroffene Lampe während des Blinkens ihre volle Helligkeit erreicht.

Steuerung

Auch die über die Fernsteuerung zu bedienenden Funktionen sind einstellbar. Es wird ein Kanal der Fernsteuerung überwacht, mit dem Heck- und Positionslichter

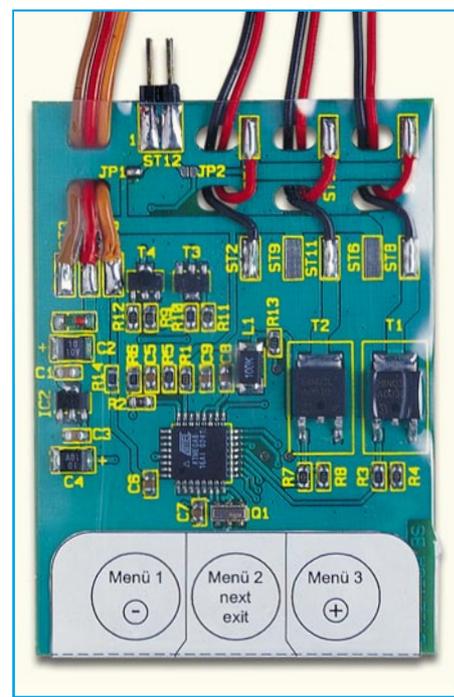


Bild 4: Anordnung und Funktion der Tasten des MFB 5

sowie Landeleuchten und Blitzer geschaltet werden. Dabei ist die Hebelstellung, bei der die gewünschte Funktion ein- bzw. ausschalten soll, getrennt einstellbar. Durch das Invertieren von Ein- und Ausschalten lässt sich eine „Entweder-oder“-Funktion realisieren. Jeder Beleuchtungseinrichtung lassen sich auch die Funktionen wie „aus“ oder „immer an“ zuweisen. So kann das Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5 auch ohne Ansteuerung durch die Fernsteueranlage arbeiten.

Spannungsversorgung

Die Versorgung der verwendeten Lampen oder LEDs übernimmt wahlweise der Empfängerakku oder ein anderer hierfür installierter Akku. Der MFB 5 überwacht die Spannungen der Akkus. Beim Unterschreiten einer vorher festgelegten Akkuspannung geben für 2,5 Sekunden alle Ausgänge eine 20-Hz-Blinkfolge als Warnsignal ab. Hat der Empfängerakku die Warnung ausgelöst, werden anschließend alle Lichter deaktiviert, bei einer Warnung seitens des Zusatzakkus bleiben die Positionslichter und die Heckleuchte aktiv. Falls mit den Ausgängen des MFB 5 Lichter oder Funktionen angesteuert werden, die einer 20-Hz-Blinkfolge nicht standhalten, kann man die Akku-Überwachung auch abschalten.

Bedienung

Das Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5 wird über 3 Tasten bedient, die

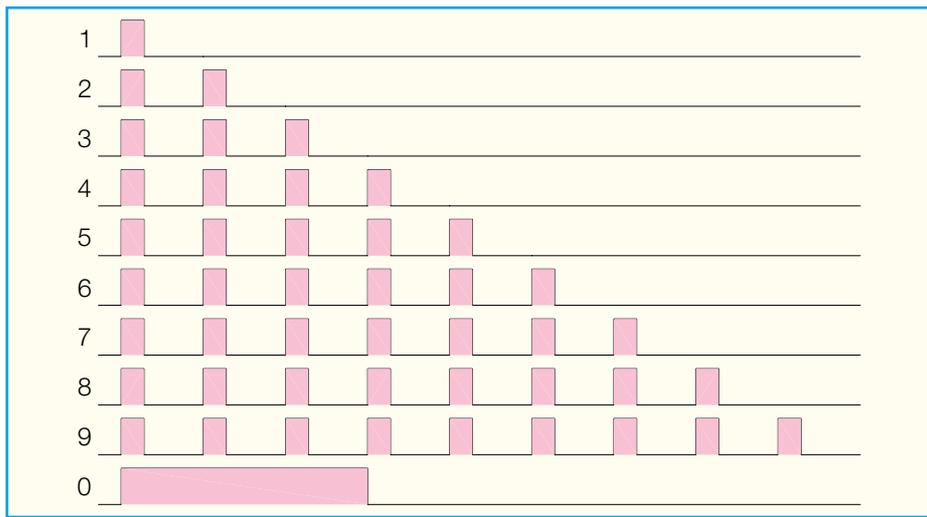


Bild 5: Ziffernausgabe mittels Blinkfolgen

aufgrund der umfangreichen Möglichkeiten der Steuerung durch mehrere Einstellmenüs führen.

Zum Einstellen ist eine optische Rückmeldung über mindestens ein angeschlossenes Licht erforderlich. Abbildung 4 zeigt die Anordnung und die Funktionen der verschiedenen Tasten. Es gibt 3 verschiedene Menüs, die durch einen langen Tastendruck auf die entsprechende Taste aufgerufen werden. Das Aufrufen und Verlassen eines Menüs wird durch ein 2 Sekunden langes Aufleuchten der angeschlossenen Lichter quittiert. Es folgt die Ausgabe des aktuellen Menüpunktes und des zugehörigen Wertes als Ziffernfolge. Der Wert wird so lange wiederholt, bis der Menüpunkt mit „next“ oder „exit“ verlassen wird. Die Ziffern werden als Blinkfolge, wie in Abbildung 5 dargestellt, ausgegeben.

Für alle 3 Menüs gilt: Durch einen kurzen Tastendruck auf „next“ wird der nächste Menüpunkt innerhalb eines Menüs aufgerufen. Mit einem langen Tastendruck auf „exit“ (gleiche Taste) verlässt man das Menü. Das MFB 5 speichert nun die geänderten Einstellungen und setzt den normalen Betrieb fort.

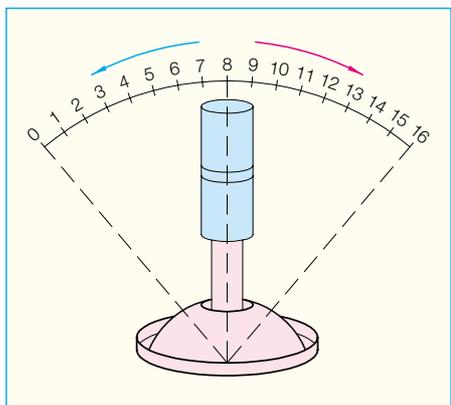


Bild 6: Ansteuerung mit einem Steuerknüppel

Betrachten wir also die Einstell- und Programmiermöglichkeiten im Einzelnen.

Menü 1: Akku-Überwachung

Durch einen langen Tastendruck auf „Menü 1“ erfolgt der Aufruf des Akku-Überwachungsmenüs.

Im Menüpunkt 1 wird die Empfängerakku-Abschaltspannung eingestellt, im Menüpunkt 2 die Zusatzakku-Abschaltspannung. In der Grundeinstellung sind beide Abschaltspannungen auf 0 eingestellt und damit deaktiviert.

Menü 1-1: Empfängerakku-Abschaltspannung

Die Ausgabe im Menüpunkt 1 ist also zunächst $\gg 1-0-0-0 \ll$.

Werte größer als 0 werden als Spannung in Volt mit einer Nachkommastelle ausgegeben. Die Empfängerakku-Abschaltspannung kann zwischen 4,0 V und 9,6 V liegen. Mit einem Tastendruck auf \oplus erreicht man zunächst die minimale Abschaltspannung von 4,0 V. Die Ausgabe ist dann $\gg 40-40-40 \ll$.

Mit \oplus oder \ominus lässt sich jetzt die Spannung in Schritten von 0,1 V einstellen. Drückt man \oplus und \ominus gleichzeitig, so wird die aktuell angelegte Spannung als Abschaltspannung übernommen. Durch langes Drücken der \ominus Taste wird die Überwachung deaktiviert.

Menü 1-2: Zusatzakku-Abschaltspannung

Die Zusatzakku-Abschaltspannung lässt sich ähnlich einstellen wie die Empfängerakku-Abschaltspannung.

Der einstellbare Spannungsbereich erstreckt sich hier allerdings von 1,0 V bis 25,0 V.

Um den Menüpunkt der Zusatzakku-

Abschaltspannung zu erreichen, muss zunächst „next“ gedrückt werden.

Im Auslieferungszustand antwortet das Modellflug-Belichtungsmodul MFB 5 dann mit $\gg 2-0-0-0 \ll$.

Menü 2: Steuerung

Ein langer Druck auf „Menü 2“ aktiviert das Steuerungsmenü. Hier können Hebelstellungen und Funktionen von Heck- und Positionslichtern, Blitzern und Landeleuchten eingestellt werden. Zum Steuern kann z. B. ein Steuerknüppel, wie in Abbildung 6 dargestellt, oder ein Stufenschalter, wie in Abbildung 7 zu sehen, zum Einsatz kommen. Die Hebelstellungen werden im MFB 5, wie man aus den Abbildungen ersehen kann, als Werte von 0 bis 16 verarbeitet.

Menü 2-1: Hebelstellung Heck- und Positionslichter

Die Hebelstellung für Heck- und Positionslichter ist in der Grundeinstellung auf 4 gesetzt. Allerdings sind diese Lichter durch die Grundeinstellung von Menü 2-1 auf „immer an“ gesetzt. Um die Steuerung zu nutzen, sind die Einstellungen im Menü 2-1 also entsprechend anzupassen.

Das MFB 5 meldet sich zunächst mit $\gg 1-4-4-4 \ll$. Mit \oplus oder \ominus lässt sich nun die gewünschte Hebelstellung für das Einschalten des Blitzers einstellen. Alternativ kann man die aktuelle Hebelstellung übernehmen. Dazu sind \oplus und \ominus gleichzeitig zu drücken.

Menü 2-2: Funktion Heck- und Positionslichter

Die Auswahlmöglichkeiten für diesen Menüpunkt sind:

- 0 aus
- 1 Steuerung normal
- 2 Steuerung invertiert
- 3 immer an

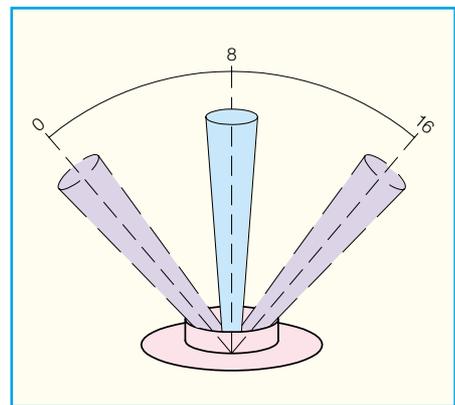


Bild 7: Ansteuerung mit einem Stufenschalter

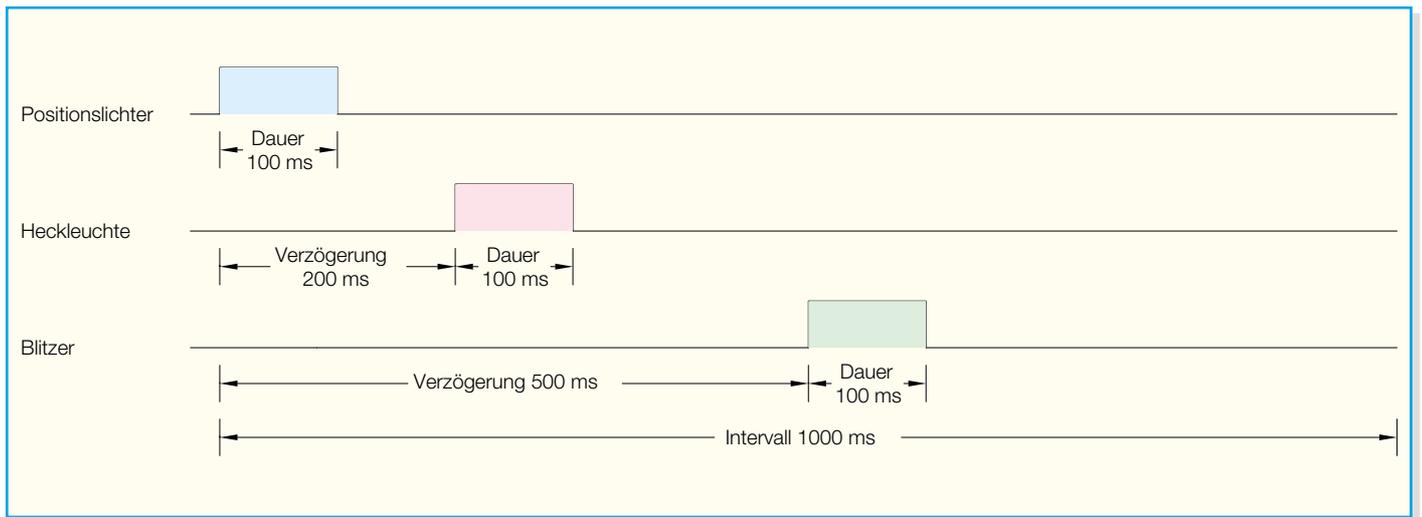


Bild 8: Die Grundeinstellung der Blinkfolge

Zwischen „Steuerung normal“ und „Steuerung invertiert“ besteht folgender Unterschied: Bei „Steuerung normal“ sind die Lichter beim Betätigen der Fernsteuerung vor der programmierten Hebelstellung ausgeschaltet und hinter der programmierten Hebelstellung eingeschaltet, bei „Steuerung invertiert“ ist es umgekehrt.

Die Funktionen lassen sich auch hier mit ⊕ oder ⊖ einstellen.

Die Grundeinstellung für diesen Menüpunkt ist 3 („immer an“). Die Anzeige beim ersten Aufrufen dieses Menüpunktes lautet also >>2-3-3-3...<<

**Menü 2-3:
Hebelstellung Blitzer**

Die Hebelstellung für den Blitzer ist in der Grundeinstellung auf 4 gesetzt. Das MFB 5 meldet sich daher zunächst mit >>3-4-4-4...<<. Der Wert lässt sich wie unter Menü 2-1 beschrieben einstellen.

**Menü 2-4:
Funktion Blitzer**

Die Grundeinstellung für die Blitzer-Funktion ist 1 („Steuerung normal“). Die Anzeige beim ersten Aufrufen dieses Menüpunktes lautet also >>4-1-1-1...<<. Die Einstellung erfolgt wie für Menü 2-2 beschrieben.

**Menü 2-5:
Hebelstellung Landeleuchten**

Die Hebelstellung für die Landeleuchten lässt sich genauso einstellen, wie es unter Menü 2-1 für den Blitzer beschrieben ist.

Einen Unterschied gibt es aber in der Grundeinstellung. Die Hebelstellung für die Landeleuchten ist auf 12 voreingestellt. Beim ersten Aufruf dieses Menü-

punktes bekommt man also >>5-12-12-12...<< angezeigt.

**Menü 2-6:
Funktion Landeleuchten**

Hier ist die Funktion der Landeleuchten einstellbar. Die Bedienung ist identisch mit der Bedienung der Blitzer-Funktionen aus Menü 2-4. Die Grundeinstellung steht auch hier auf 1 „Steuerung normal“, so dass das MFB 5 zunächst >>6-1-1-1...<< ausgibt.

Menü 3: Einstellen der Blinkfolge

Abbildung 8 zeigt den zeitlichen Ablauf der Ansteuerung der einzelnen Lampen, so wie er in den Grundeinstellungen festgelegt ist.

In diesem Menü lassen sich die eingezeichneten zeitlichen Parameter einstellen. Alle Werte in diesem Menü sind Zeitangaben in 100 ms.

**Menü 3-1:
Blink-Intervall**

Hier ist das Blink-Intervall einzustellen. Damit ist die zeitliche Gesamtlänge der Blinkfolge gemeint. Die Länge ist in den Grundeinstellungen auf 1 Sekunde (= 10 x 100 ms) eingestellt. Mit ⊕ oder ⊖ kann hier ein Wert bis zu 20 eingestellt werden. Der niedrigste einzustellende Wert richtet sich nach den Einstellungen von Menü 3-3 bis Menü 3-6. Das Intervall kann nicht kürzer sein als die größte Summe aus Dauer und Verzögerung von Blitzer oder Landeleuchten.

Ist ein kürzeres Blink-Intervall gewünscht, muss man diese Einstellungen gegebenenfalls vorher entsprechend anpassen.

Die erste Meldung des MFB 5 lautet in diesem Menüpunkt also >>1-10-10-10...<<.

**Menü 3-2:
Leuchtdauer Positionslichter**

Mit ⊕ oder ⊖ lässt sich hier die Leuchtdauer der Positionslichter in Schritten von 100 ms einstellen. Die Grundeinstellung entspricht der minimalen Dauer von 100 ms (Wert 1). Angezeigt wird also zunächst >>2-1-1-1...<<.

Der maximal einzustellende Wert entspricht dem aktuell eingestellten Blink-Intervall (Menü 3-1). Gegebenenfalls muss man diesen vorher erhöhen.

**Menü 3-3:
Leuchtdauer Heckleuchte**

Die Leuchtdauer der Heckleuchte lässt sich in gleicher Weise einstellen wie die Leuchtdauer der Positionslichter (Menü 3-2).

Die Anzeige beim ersten Aufrufen dieses Menüpunktes ist dementsprechend >>3-1-1-1...<<. Der maximal einzustellende Wert ist abhängig von Blink-Intervall und Verzögerung der Heckleuchte (Menü 3-4).

**Menü 3-4:
Verzögerung Heckleuchte**

Hier wird der Leuchtbeginn der Heckleuchte in Bezug zum Beginn des gesamten Blink-Intervalls festgelegt. Ein Wert von 0 an dieser Stelle hätte beispielsweise zur Folge, dass Heckleuchte und Positionslichter jeweils gleichzeitig zu leuchten beginnen. Hier ist als Grundeinstellung ein Wert von 2 (entspricht 200 ms) vorgegeben. Ausgegeben wird also >>4-2-2-2...<<. Dieser Wert lässt sich mit ⊕ oder ⊖ verändern. Der kleinste einzustellende Wert ist 0, der größte einzustellende Wert ist abhängig vom Blink-Intervall (Menü 3-1)

und der eingestellten Leuchtdauer der Heckleuchte (Menü 3-3).

**Menü 3-5:
Dauer Blitzer**

Hier kann man die Leuchtdauer des Blitzers verändern. Die Bedienung ist ähnlich wie die im Menü 3-2. Die erste Meldung seitens des MFB 5 lautet hier >>>5-1-1-1...<<<, weil die Dauer in den Grundeinstellungen auf 1 (entspricht 100 ms) festgelegt ist. Wenn die Verzögerung des Blitzers (Menü 3-6) auf 0 eingestellt ist, kann die Dauer auf den gleichen Wert wie den des Blink-Intervalls (Menü 3-1) eingestellt werden. Dies ist der maximal einzustellende Wert. So kann der Schaltausgang des Blitzers auch zum Steuern von anderen Funktionen im Flugmodell benutzt werden. Diese Funktionen kann man dann über die Fernsteuerung bedienen, sie erhalten eine Versorgungsspannung ohne

Unterbrechungen durch die Blinkfunktion. Zu beachten ist, dass in diesem Fall die Akku-Überwachung gegebenenfalls auszuschalten ist (siehe „Funktionen“).

**Menü 3-6:
Verzögerung Blitzer**

Ähnlich wie in Menü 3-4 wird hier der Leuchtbeginn des Blitzers festgelegt. Als Grundeinstellung ist ein Wert von 5 (entspricht 500 ms) vorgegeben. Beim ersten Aufrufen erfolgt dementsprechend die Ausgabe von: >>>6-5-5...<<<. Der größte einzustellende Wert ist abhängig vom eingestellten Blink-Intervall (Menü 3-1) und auch der Leuchtdauer des Blitzers (Menü 3-5).

Reset-Funktionen

Die Grundeinstellungen des MFB 5 sind jederzeit wiederherstellbar. Dazu ist das Modul von der Spannungsversorgung zu

trennen, die Tasten ⊕ und ⊖ gemeinsam gedrückt zu halten und dabei die Spannungsversorgung wieder anzuschließen. Wenn die Tasten nun losgelassen werden, verhält sich das MFB 5 wieder wie im Auslieferungszustand.

Außerdem kann das Abschalten nach dem Unterschreiten einer vorgegebenen Akku-Abschaltspannung wieder aufgehoben werden. Dies erfolgt entweder durch Aus- und wieder Einschalten der Versorgungsspannung oder durch einen kurzen Tastendruck auf eine beliebige Taste. Die Lampen werden dann wieder angesteuert, vorausgesetzt dass die Akkuspannungen jetzt wieder ausreichend hoch sind.

Schaltung

Die durch die Mikrocontroller mit wenig Aufwand realisierbare Schaltung des Modellflug-Beleuchtungsmoduls MFB 5 (Abbildung 9) besteht im Wesentlichen

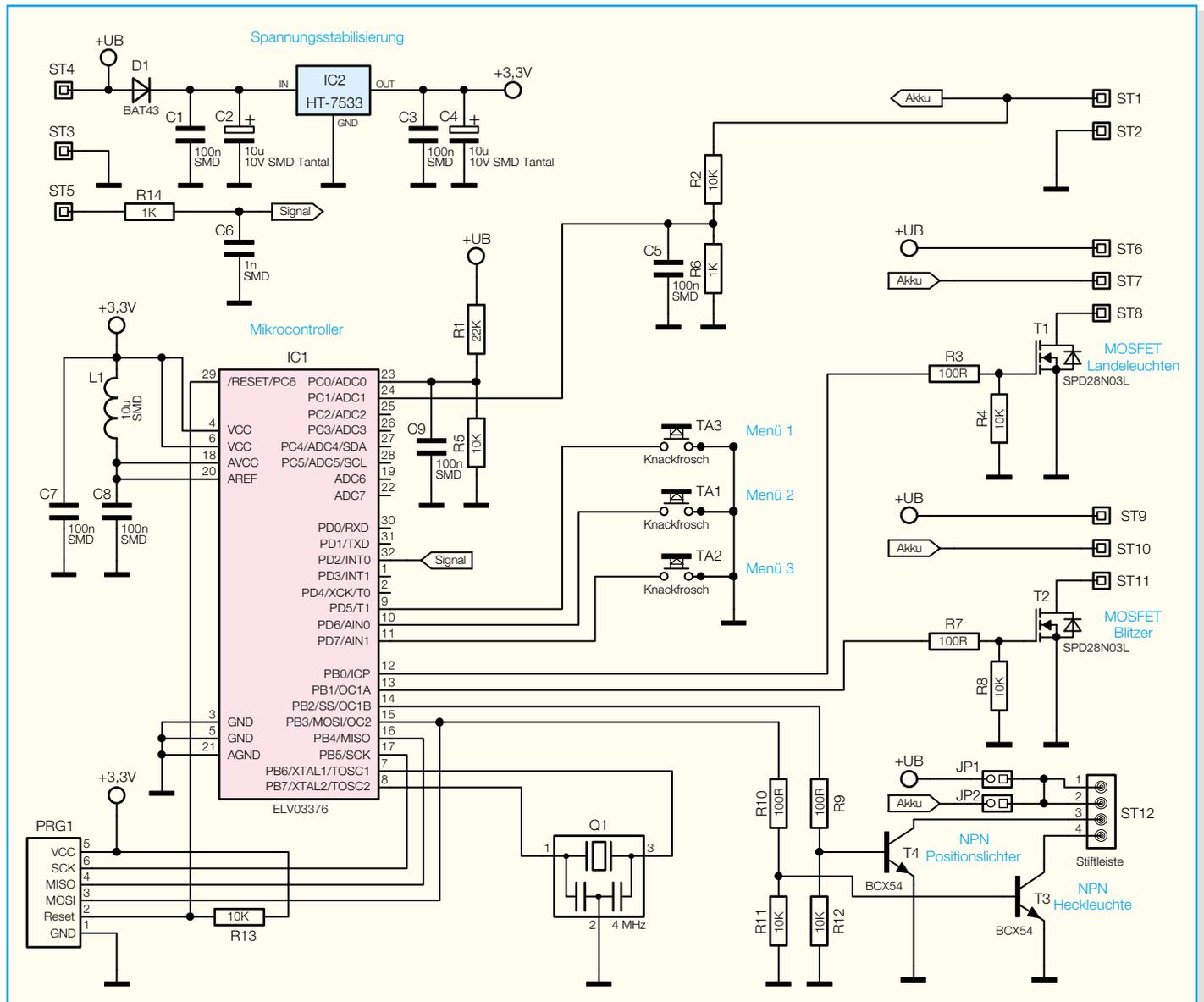
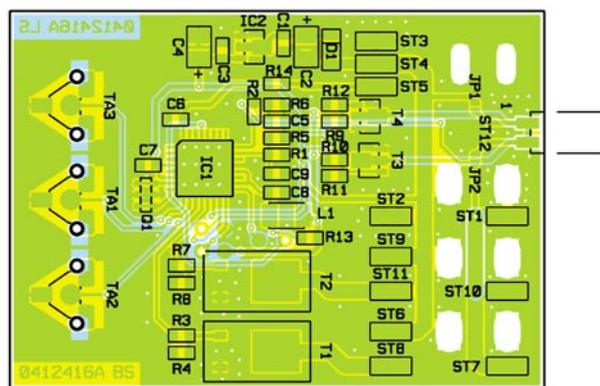
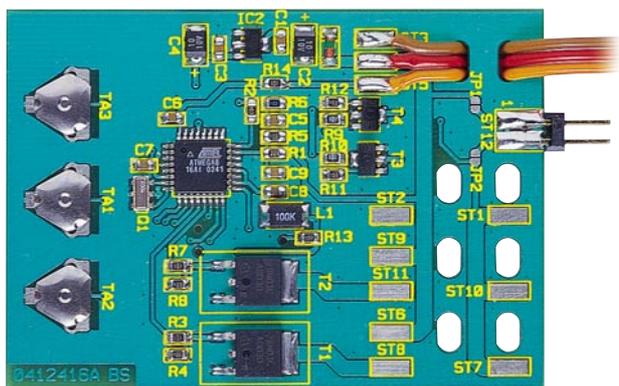


Bild 9: Schaltbild des MFB 5



Ansicht der fertig bestückten Platine des Modellflug-Beleuchtungsmoduls mit zugehörigem Bestückungsplan

aus einem Mikrocontroller IC 1 und 4 Leistungstransistoren T 1 bis T 4.

Im MFB 5 kommt ein Atmel-mega8-L-Mikrocontroller zum Einsatz. Mit seinem integrierten ADC (Analog-Digital-Wandler) ist er in der Lage, die Empfängerakku-Spannung +UB und die Zusatzakku-Spannung „Akku“ zu messen. Dabei wird die Empfängerakku-Spannung über einen Spannungsteiler aus den Widerständen R 1 und R 5 so weit heruntergeteilt, dass sie unterhalb der Referenzspannung AREF des ADCs liegt. Der Kondensator C 9 filtert Störungen aus, die in die Akku-Zuleitung einstreuen. Die Zusatzakku-Spannung wird mittels der Widerstände R 2 und R 6 sowie des Kondensators C 5 in gleicher Weise für den ADC aufbereitet.

Der Kondensator C 7 vermindert Störungen auf der +3,3-V-Versorgungsspannung. Der Analogteil des Mikrocontrollers bekommt die Versorgungsspannung über die Spule L 1 und den Kondensator C 8 zusätzlich gefiltert zugeführt. Diese gefilterte Spannung wird vom Mikrocontroller auch als Referenzspannung AREF für den ADC verwendet.

Ein integrierter Oszillator realisiert die Takterzeugung für den Mikrocontroller. Die Taktfrequenz dieses Oszillators wird durch den Keramikresonator Q 1 auf 4 MHz stabilisiert.

Beim Anlegen der Versorgungsspannung sorgt eine interne Power-on-Reset-Schaltung für einen kontrollierten Programmstart des Mikrocontrollers. Der Widerstand R 13 hält den RESET-Pin anschließend auf High-Pegel und verhindert so das ungewollte Auslösen eines weiteren Reset-Vorgangs.

Die Tasten TA 1 bis TA 3 dienen zum Einstellen der Funktionen des MFB 5. Durch das Drücken einer Taste wird der angeschlossene Mikrocontroller-Pin auf Masse gezogen. Der Mikrocontroller erkennt dann einen Low-Pegel. Im Ruhezustand halten in den Mikrocontroller integrierte Pull-up-Widerstände die Pins auf High-Pegel. Die Einstellungen werden in einem EEPROM, das ebenfalls in den Mik-

rocontroller integriert ist, dauerhaft gespeichert.

Das Signal der Fernsteueranlage erhält der Mikrocontroller vom Empfänger als digitalen Impuls mit einer variablen Pulsbreite. Dieses Signal liegt an ST 5 an und wird durch einen Tiefpass, bestehend aus dem Widerstand R 14 und dem Kondensator C 6, gefiltert. So werden Fehlinterpretationen des Signals durch eingestreute Störimpulse vermieden.

Der Spannungsregler IC 2 erzeugt aus der Empfängerakku-Spannung +UB, die zwischen 4 V und 9,6 V liegen sollte, eine geregelte Spannung von 3,3 V. Die Diode D1 verhindert, dass die Schaltung durch eine verpolte Versorgungsspannung zerstört werden kann. Die Kondensatoren C 1 bis C 4 filtern die Versorgungsspannung zusätzlich.

Die Leistungstransistoren sind als Low-Side-Treiber eingesetzt. Sie schalten also den negativen Anschluss des jeweiligen Ausganges nach Masse.

Die NPN-Transistoren T 3 und T 4 steuern die Heck- und Positionslichter an. Die Basisspannungsteiler aus den Widerständen R 10 und R 11 bzw. R 9 und R 12 sorgen dafür, dass die Transistoren bei einem vom Mikrocontroller kommenden High-Pegel voll durchschalten. Die angeschlossene Last darf über die Transistoren je 500 mA Dauerstrom ziehen oder 800 mA bei einem Puls-Pausen-Verhältnis von maximal 1:1. Die positiven Anschlüsse werden mittels der Lötbrücken JP 1 und JP 2 gemeinsam entweder mit dem Empfängerakku (+UB) oder mit dem Zusatzakku („Akku“) verbunden. Es darf nur eine Lötbrücke geschlossen werden, weil sonst Empfängerakku und Zusatzakku miteinander verbunden sind!

Der Blitzler und die Landeleuchten werden über die beiden MOSFET-Transistoren T 1 und T 2 angesteuert. Die Gate-Anschlüsse dieser Transistoren werden über Spannungsteiler aus den Widerständen R 3 und R 4 sowie R 7 und R 8 angesteuert. Die angeschlossene Last darf über diese Transistoren je 3 A Dauerstrom ziehen oder

5 A bei einem Puls-Pausen-Verhältnis von maximal 1:1. Der positive Anschluss der Last kann jeweils entweder mit dem Empfängerakku (+UB) oder mit dem Zusatzakku („Akku“) verbunden werden.

Nachbau

Etwas Lötterfahrung mit SMD-Bautei-

Stückliste: Modellflug-Beleuchtungsmodul

Widerstände:

100 Ω/SMD	R3, R7, R9, R10
1 kΩ/SMD	R6, R14
10 kΩ/SMD	R2, R4, R5, R8, R11, R12, R13
22 kΩ/SMD	R1

Kondensatoren:

1 nF/SMD	C6
100 nF/SMD	C1, C3, C5, C7-C9
10 µF/10 V/SMD/tantal	C2, C4

Halbleiter:

ELV03376	IC1
HT7533/SMD	IC2
SPD28N03L/SMD	T1, T2
BCX54/SMD	T3, T4
BAT43/SMD	D1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD	Q1
SMD-Induktivität, 10 µH	L1
Schaltkontakt	TA1-TA3
Servoanschlusskabel JR dick, 30 cm	ST3-ST5
Stiftleiste, 2 x 2-polig, gerade, print	ST12
2 AMP-Steckverbinder, 1 x 2-polig, Kabelanschluss	
1 Typenschild-Aufkleber mit Taster-Beschreibung	
8 cm Schrumpfschlauch, 68 mm, transparent	

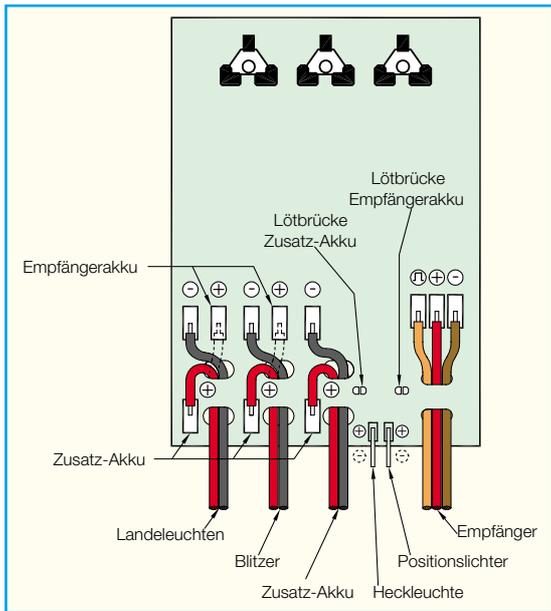


Bild 10: Anschlussplan der MFB-5-Platine

len ist für den Nachbau des MFB 5 von Vorteil. Eine feine Lötspitze, SMD-Lötzinn und eine Pinzette sind in jedem Fall erforderlich. Zum Einschrumpfen der fertigen Schaltung wird eine Heißluftpistole oder ein leistungsstarker Haartrockner gebraucht.

Mit Ausnahme der Anschlüsse wird die Platine nur von der Oberseite bestückt, siehe dazu Platinenfoto und Bestückungsplan. Als Erstes erfolgt das Auflöten des Mikrocontrollers IC 1. Dazu ist ein Lötpad auf der Platine vorzuverzinne, der Mikrocontroller aufzusetzen und durch erneutes Erwärmen des vorverzinneten Löt pads zu fixieren. Dabei muss man darauf achten, dass Pin 1, der durch eine runde Vertiefung im Gehäuse des Mikrocontrollers markiert ist, an der abgeflachten Ecke im Bestückungsplan liegt. Die Lage des Mikrocontrollers ist jetzt zu prüfen und, falls die Anschlusspins des Mikrocontrollers noch nicht exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, zu korrigieren. Anschließend kann der Mikrocontroller vollständig verlötet werden. Sollte dabei versehentlich Löt zinn zwischen die Anschlüsse laufen, so kann man dieses überschüssige Löt zinn am einfachsten mit feiner Entlötlitze entfernen.

Anschließend werden die restlichen SMD-Bauteile bestückt. Auch hier versteht man jeweils erst ein Löt pad mit etwas Löt zinn, fixiert das Bauteil an einem Anschluss und verlötet es nach Kontrolle der korrekten Lage vollständig.

Beim Auflöten des Keramikresonators Q 1 ist besonders sorgfältig vorzugehen, da seine Anschluss pads sehr dicht nebeneinander liegen.

Die richtige Einbaulage der Diode D 1 ist durch einen Ring auf dem Glasgehäuse

zu erkennen. Dieser markiert die Katode und muss in die gleiche Richtung zeigen wie die Katoden-Markierung im Bestückungsplan. Die Tantal-Kondensatoren (C 2, C 4) sind durch einen aufgedruckten Strich markiert, der den positiven Anschluss kennzeichnet.

Die Einbaulage des Spannungsreglers IC 2 und der Transistoren T 1 bis T 4 ist durch die jeweilige Bauform und die Lage der zugehörigen Löt pads vorgegeben.

Nach dem Bestücken aller SMD-Bauteile werden die Tasten eingesetzt. Sie dürfen nicht verlötet werden. Zum Befestigen einer Taste biegt man nur die beiden Metallnasen auf der Rückseite der Platine nach außen um.

Jetzt wird die Stiftleiste ST 12 über den Rand der Platine gesteckt und verlötet. Durch das Schließen einer der beiden Lötbrücken JP 1 oder JP 2 legt man entweder den Empfängerakku oder den Zusatzakku als Spannungsversorgung für Heck- und Positionslichter fest.

Falls die Ausgänge für Blitzer und Landeleuchten verwendet werden sollen, sind jetzt auch diese Kabel durch die entsprechenden Schlitze zu führen und anzuschließen. Die negativen Anschlüsse werden mit ST 8 bzw. ST 11 verbunden. Je nachdem, welcher Akku die Verbraucher speisen soll, sind die positiven Anschlüsse mit ST 6 oder ST 7 bzw. mit ST 9 oder ST 10 zu verbinden.

Abbildung 10 zeigt einen vollständigen Anschlussplan der Baugruppe. Die Heck- und Positionslichter können mit den mitgelieferten Steckern an die Stiftleiste angeschlossen werden.

Nach einem erfolgreichen Funktionstest kann man die Platine mit dem beiliegenden Schrumpfschlauch versehen und diesen einschrumpfen.

Dazu ist die Platine mittig in den Schrumpfschlauch zu legen und dieser durch vorsichtiges Erhitzen zu schrumpfen. Dabei dreht man das Gerät, damit die Wärme alle Stellen des Schrumpfschlauches möglichst gleichmäßig erreicht. Die überstehenden Enden des Schrumpfschlauches werden entfernt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kabel nicht beschädigt werden. Saube-

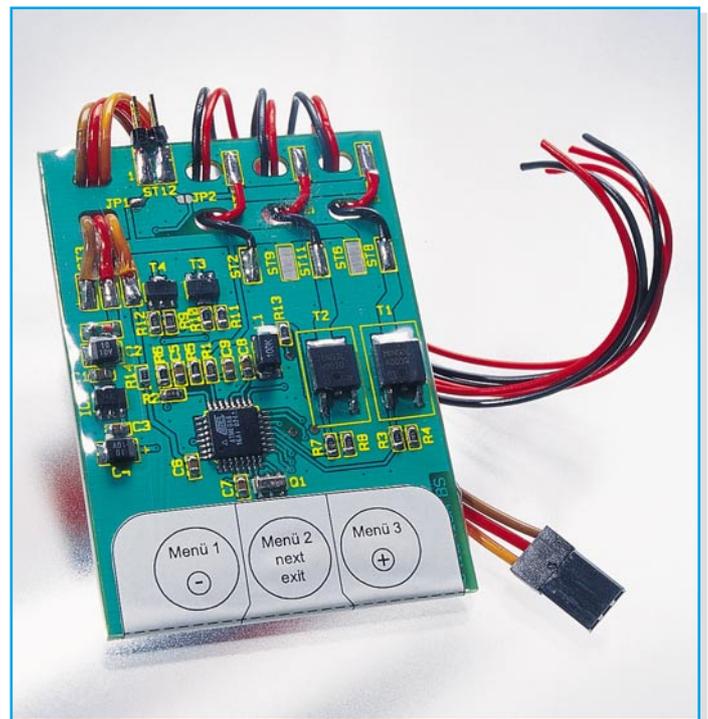


Bild 11: Das fertig bestückte, mit Schrumpfschlauch und Etikett versehene und einbaufertige MFB 5

Das Servoanschlusskabel wird durch die beiden Schlitze in der Platine geführt und angelötet. Dabei ist das braune Kabel mit ST 3, das rote Kabel mit ST 4 und das orangefarbene Kabel mit ST 5 zu verbinden.

Wenn gewünscht, können jetzt die Leitungen des Zusatzakkus angeschlossen werden. Nach dem Durchführen der Kabel durch die Schlitze ist der positive Anschluss mit ST 1 zu verbinden und der negative Anschluss mit ST 2.

re Schnittergebnisse erzielt man durch Einritzen des Schrumpfschlauches mit einem scharfen Messer entlang der gewünschten Schnittlinie. So können die Schrumpfschlauchenden dann vorsichtig entlang der entstandenen Sollbruchstellen abgerissen werden. Anschließend bringt man den Aufkleber an. In Abbildung 11 ist das fertig eingeschrumpfte und beklebte Modellflug-Beleuchtungsmodul MFB 5 zu sehen, das nun einbaufertig ist. **ELV**