

GROUPIE-Servo-Ansteuerung

Zweck der Schaltung

Zum Bewegen irgendwelcher Teile auf der Modellbahn, insbesondere für Weichen, Formsignale oder Bahnschranken werden gerne Servos aus dem Flug-, Auto- und Schiffsmodellbau eingesetzt. Sie sind inzwischen preiswert zu haben und sind in vielen Größen und Leistungsklassen verfügbar. Sie müssen jedoch mit exakt erzeugten Impulsen von etwa 1-2ms Länge angesteuert werden. Dazu werden z. B. Servotester angeboten, sie bieten die Möglichkeit, an einem Potentiometer die gewünschte Stellung einzustellen, das Servo folgt dann exakt der Bewegung. Für den Einsatz an der Modellbahn ist jedoch ein solches Testgerät alles andere als ideal. Für Besitzer einer digitalisierten Bahn gibt es zwar Abhilfe, die Analogbahner sollen aber nicht auf die neue Technik verzichten müssen.

Im Modellbahnbereich wird eher gewünscht, dass die Servos, abhängig von einem Schaltkontakt, in eine der beiden Endstellungen laufen. Das sollte jedoch nicht unbedingt mit der größten möglichen Stellgeschwindigkeit geschehen. Zudem wäre es vorteilhaft, die beiden Endstellungen einstellen zu können.

Bei der Anwendung an einem Bahnübergang ist auch gleich die Ansteuerung von Leuchtdioden zur Nachbildung eines Blinklichts am Andreaskreuz integriert.

Aufbau und Funktion der Schaltung

Die nachfolgend beschriebene Schaltung ermöglicht dies für 2 Servos. Dazu wird ein Mikrocontroller „ATMEGA8“, mit einem eigens für diesen Zweck erstellten Programm verwandt. Nach der Einstellung durch den Benutzer werden die Eingänge abfragt und die entsprechenden Impulse abgeliefert. Mittels eines kleinen LC-Displays und einiger Tasten können die nötigen Einstellarbeiten ausgeführt werden. Anschließend kann der „Bedien- und Programmieradapter“ entfernt und die Schaltung in der Modellbahn eingesetzt werden. Wenn man dann den einem Servo zugeordneten Kontakt gegen Masse kurzschließt, wird eine Endstellung angefahren. Bleibt der Eingang offen, wird die entgegengesetzte Stellung eingenommen. Den beiden Servos sind je zwei weitere Ausgänge zugeordnet, daran können Leuchtdioden angeschlossen werden mit denen ein an einem Bahnübergang übliches rotes Blinklicht dargestellt werden kann. Die LED's leuchten wechselweise und werden nicht schlagartig sondern mit einem Dimm-Effekt ein- und ausgeschaltet.

In einer weiteren Betriebsart können noch andere Möglichkeiten für spezielle Funktionen genutzt werden. Dann können die beiden Servos auf bis zu acht Stellungen programmiert werden. Die Bedienung erfolgt dann über die Tasten des Adapters. So könnte man beispielsweise eine Segmentdrehscheibe bedienen, andere Anwendungsfälle könnten Aufzüge oder Kräne sein die an bis zu acht Positionen halten sollen.

Die Gesamtschaltung besteht aus der eigentlichen Mikrocontrollerschaltung mit Stromversorgung und einem zweiten Teil mit Display und Tasten, dem erwähnten und Bedien- und Programmieradapter. Falls man mehrere Exemplare der Servoansteuerung braucht und die Bedienung per Kontakte wählt, benötigt man den Programmieradapter nur einmal. Wenn man mit den Einstellungen, die als Standardwerte abgespeichert sind, zufrieden ist, kann man auch ganz auf den Adapter verzichten.

An die Mikrocontrollerschaltung muss ein Trafo mit 10 bis 16Volt Ausgangsspannung und einer Belastbarkeit von ca. 1Ampere angeschlossen werden, in den meisten Fällen wird dies ausreichend sein.

Die Stromversorgung ist einfach aufgebaut: nach der Gleichrichtung und Glättung stabilisiert ein μ A7805 die Betriebsspannung auf 5Volt und begrenzt den Strom auf etwa 1,5A Strom. Damit werden die Servos, der Mikrocontroller und das LC-Display inklusive Hintergrundbeleuchtung versorgt.

Zur eigentlichen Beschaltung des Mikrocontrollers gibt es wenig zu sagen, sie beschränkt sich auf die Stützkondensatoren und den Quarz um eine stabile Taktfrequenz und damit auch exakte Servopositionen zu gewährleisten. Man erkennt weiterhin eine einreihige Buchsenleiste mit den Anschlüssen für die 5V-Betriebsspannung, die Ausgänge für die LED's und die beiden Steuereingänge. Daneben gibt es einen 6-poligen Anschluss mittels dessen der Prozessor mit einem neuen Programm versehen werden kann. Schließlich dient eine 16-polige Stiftleiste der Verbindung zum Bedienadapter.

Dieser im Betrieb vielfach verzichtbare Bedienteil ist auf einer separaten Platine realisiert. Über die 16-polige Verbindung wird ein Display mit 2 Zeilen zu je 16 Zeichen angesteuert sowie die Tasten für die Bedienung und Einstellung abgefragt. Auf der Platine findet man dann noch ein Poti zur optimalen Einstellung des Kontrasts des Displays und einen Transistor zum Ein- und Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung. Diese Möglichkeit bleibt hier unbenutzt, in anderen Schaltungen ist diese Variante jedoch durchaus sinnvoll.

Einstellung der Bedienung und der Servostellungen

Im Auslieferungszustand des Mikrocontrollers ist die Bedienung per Kontakte eingestellt, die beiden Servos laufen also abhängig vom Zustand der Eingänge in eine der beiden Endstellungen. Mit dem Bedienadapter können dann die individuellen Einstellungen vorgenommen werden. Hierzu ist nach dem Einschalten, wenn die Anzeige „Enter => PROGRAM...“ erscheint, die mittlere Taste, die als „Enter-Taste“ gedacht ist, zu drücken. Dann gelangt man in die Abfolge der verschiedenen Programmierschritte. Wie die Einstellungen vorzunehmen sind, zeigt das Bild.

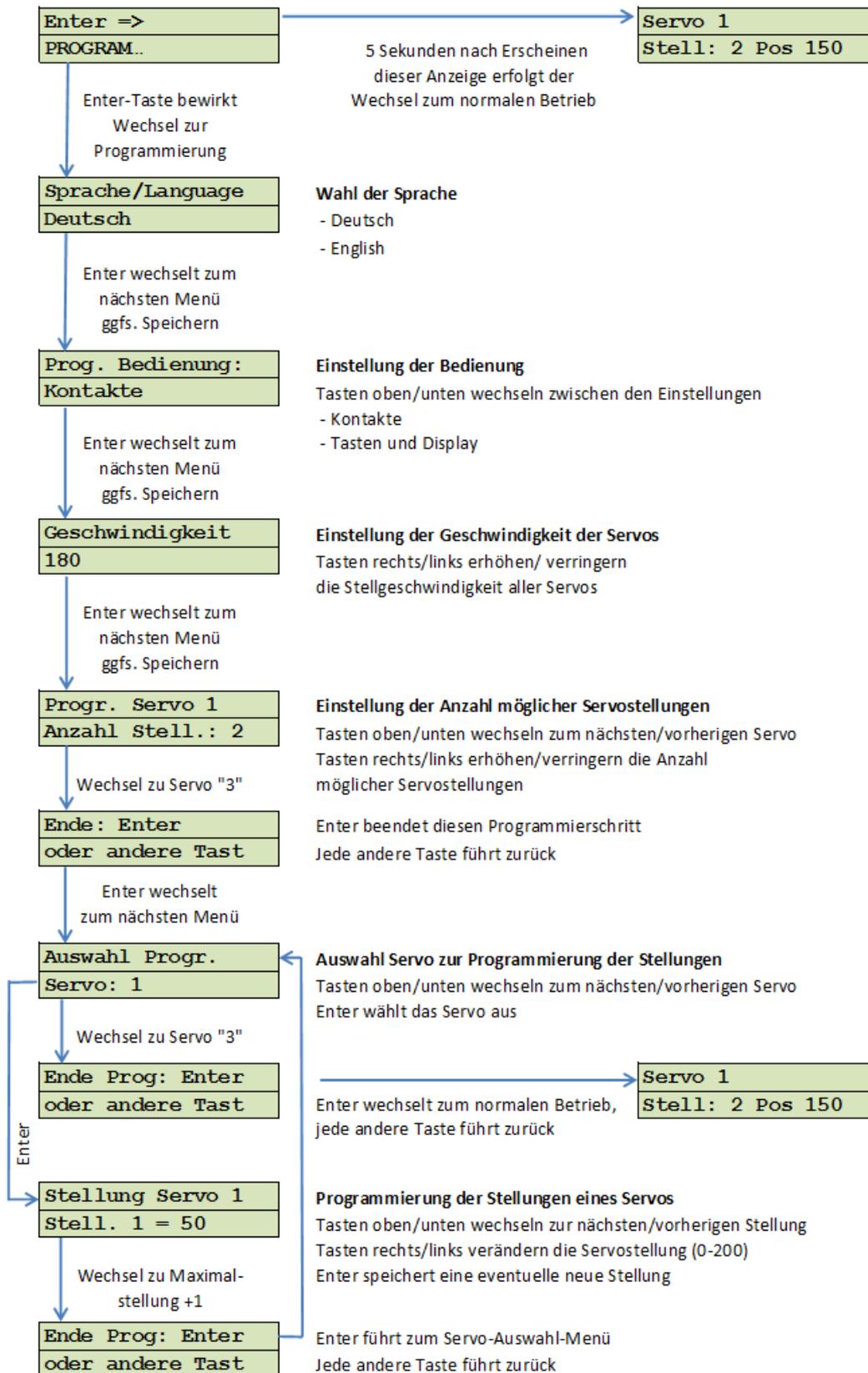


Abbildung 1 - Abfolge der Programmierschritte. Mit ein wenig Probieren wird man die wenigen Schritte und ihre Abfolge bald nachvollziehen können.

Anschluss und Auswahl der Servos

Die Servos werden mit dem bei praktisch allen bekannten Typen verwendeten 3-poligen Stecker in die Stiftleisten neben dem Quarz eingesteckt. Meist haben die drei Kabel die Farben braun- rot- orange, manchmal auch schwarz-rot- weiß. Die schwarze oder braune Ader, der Minuspol, muss zum Rand der Platine weisen. Die rote Ader, der Anschluss für +5V, führt dann zum mittleren Kontakt. Schließlich ist die orange oder weiße Verbindung für den Servo-Impuls zuständig. Ein Verdrehen des Steckers führt jedoch erfahrungsgemäß nicht zu einem Defekt, es funktioniert jedoch halt nichts. Manche Servostecker haben eine Nase an einer Seite, diese muss ggfs. zum Controller hin zeigen.

Bei der Auswahl der Servos ist, elektrisch gesehen, nicht sehr viel zu beachten. Sie müssen lediglich für die Betriebsspannung von 5V geeignet sein. Leider sind nicht alle Servotypen in allen Anwendungen gleich gut verwendbar, insbesondere zucken viele Servos mit analoger Elektronik beim Anlegen der Betriebsspannung nicht kontrollierbar. Dies kann bei einer empfindlichen Mechanik zu Problemen führen. Nach bisherigen Beobachtungen tritt dieses Zucken bei den teureren digitalen Servos nicht auf.

Bedienung im Betrieb, Anschluss eines Blinklichts

Wenn die Bedienung per Kontakte gewählt ist, bedeutet ein offener Steuereingang „Stellung 2“. Verbindet man den Kontakt mit Masse wird Stellung 1 angefahren.

Bei der Bedienart „Tasten und Display“ wird mit den Tasten „Oben“ und „Unten“ das Servo gewählt. Mit „Rechts“ und „Links“ wird die gewünschte Stellung eingestellt. „Enter“ bewirkt dann dass das Servo in die gewünschte Stellung fährt.

In beiden Betriebsarten wird bei Wahl der Stellung 1 das Blinklicht eingeschaltet. Die beiden Leuchtdioden, die einem Servo zugeordnet sind, werden mit ihrer Anode an +5V angeschlossen, der negative Anschluss kommt an die beiden Ausgänge.

Wichtige Hinweise

Die gängigen Servos entwickeln Stellkräfte die bei Anwendung in der Modellbahn meist nicht gebraucht werden. Bei falscher Montage der Anlenkung oder ungünstiger Einstellung der Servostellungen kann so eventuell sogar etwas beschädigt werden. Eine elastische Anlenkung kann hier Verdruss vermeiden helfen. Auch sollte man bedenken, dass die Servos immer versuchen, die eingestellte Stellung zu erreichen. Werden sie mechanisch blockiert, ziehen sie zum Teil erhebliche Ströme was die Stromversorgung belastet und auf Dauer auch die Servos zerstört. Dieser ungünstige Zustand ist meist an einem Brummen der Servos zu erkennen.

Aufbau der Servoansteuerung

Alle Bauteile sind bei den einschlägigen Versendern erhältlich. Der Controller muss natürlich mit der Software programmiert werden, im Lieferzustand ist er zu nichts zu gebrauchen! Mit dem Erwerb eines fertig programmierten Exemplars bei Elektor (<http://www.elektor.de/servo-control-for-model-train-layouts-130475-41>) spart man natürlich diesen Schritt.

Die vorgefertigte Platine erscheint wegen der kleinen Stückzahlen recht teuer. Sie ist industriell gefertigt da ihre Herstellung in „Heimarbeit“ fast unmöglich ist. Das doppelseitige Leiterbahnbild, die an manchen Stellen nötigen Durchkontaktierungen, die geringen Leiterbahnbreiten sowie auch die geringen Abstände der Kupferflächen sind nur mit großen Anstrengungen einzuhalten. Wer jedoch

etwas Erfahrung im Aufbau von Schaltungen auf Lochrasterplatinen hat, kann die Bauelemente natürlich auch auf solchen Platinen montieren, alle Bauelemente halten das übliche Rastermaß ein.

Bei der Montage des Spannungsreglers IC2 und seines Kühlkörpers ist Vorsicht geboten: um möglichst alle Typen verwenden zu können, sind zwei Reihen der Anschlüsse auf der Platine vorgesehen. Der Kühlkörper darf aber diese Lötäugen nicht kurzschließen, dies kann beispielsweise mit einer Unterlagscheibe zwischen Platine und Kühlblech vermieden werden.

Der 6-polige Steckverbinder K1 dient nur dazu, den Controller eventuell mit einer neuen Software zu versehen. Die Ersparnis von weniger als 20Cent ist allerdings fragwürdig.

Für den Anschluss der LED's und die Eingänge sind einreihige Buchsenleisten mit den entsprechenden Gegenstücken vorgeschlagen. Sie müssen auf die benötigte Anzahl Kontakte abgelängt werden. Dabei empfiehlt es sich, 13 Kontakte am Stück zu lassen und nur die unbenutzten nach oben herauszudrücken. So lassen sich die Leisten leichter sauber ausgerichtet einlöten.

Die Widerstände R3 bis 6 bilden die Vorwiderstände für die aus Leuchtdioden gebildete Warnsignale. Der Widerstandswert sollte je nach Strombedarf der LED's angepasst werden. 470Ohm-Typen ergeben bei einer roten LED mit einer Flussspannung von etwa 1,4Volt ca. 7,5mA Strom. Es ist selbstverständlich möglich, zwei LED's hintereinander zu schalten um beispielsweise an beiden Seiten eines Bahnübergangs das Warnlicht darzustellen. Der Wert der Vorwiderstände ist dann eventuell anzupassen, er ergibt sich nach folgenden Formeln:

$$I(\text{LED}) = (\text{Betriebsspannung} - \text{Flussspannung der LED}) / \text{Widerstand}$$

$$I(\text{LED}) \text{ in A} = (5\text{Volt} - 1,4\text{Volt}) / 470 \text{ Ohm} = 3,6\text{Volt} / 470 \text{ Ohm} = 0,0076\text{A} = 7,6\text{mA}$$

Nach dem Widerstand umgestellt:

$$\text{Widerstand (in Ohm)} = (\text{Betriebsspannung} - \text{Flussspannung der LED in Volt}) / I(\text{LED}) \text{ in mA} * 1000$$

In aller Regel wird sich in der E24-Reihe ein passender Wert finden lassen, geringe Abweichungen sind meist nicht kritisch. Übrigens: das Parallelschalten zweier LED's muss nicht funktionieren. Haben die beiden LED's fertigungsbedingt nicht die gleiche Flussspannung so leuchten sie unterschiedlich hell oder eine bleibt gar komplett dunkel.

Aufbau des Bedienadapters

Wie eingangs bereits erwähnt, ist der Bedienadapter nur notwendig wenn man die Standardeinstellungen verändern oder speziellere Anforderungen realisieren möchte. Man kann aber relativ einfach viel Geld sparen wenn man hier auf die vorgefertigte Platine verzichtet und die professionell wirkenden Taster durch einfachere ersetzt. Man kann auch auf die Variante mit Hintergrundbeleuchtung verzichten und eventuell so einige Cent sparen. Diese Variante ist dann gemäß eigenem Ermessen zu realisieren.

Das Display kann auf verschiedene Arten auf der Platine montiert werden. Wenn ein möglichst flacher Aufbau gewünscht ist, kann es mit kurzen Drahtstücken mit der Platine verbunden werden. In jedem Falle ist aber sicherzustellen, dass der auf der Unterseite des Displays herausragende Rahmen keinen Kurzschluss zu irgendwelchen Leiterbahnen auf der Platine verursacht. Servicefreundlicher ist

eine steckbare Verbindung, sie führt aber dazu, dass Taster und Display nicht mehr in einer Ebene liegen. Was vorteilhafter erscheint, muss jeder selbst entscheiden...

Beim Konfektionieren des Verbindungskabels mit seinen beiden 16-poligen Steckern ist Sorgfalt geboten. Die Stecker und Buchsen haben eine Sicherung gegen falsches Einstecken. Daher muss beim Einpressen der Stecker auf das Kabel darauf geachtet werden, dass jeweils die Pins 1 miteinander verbunden werden.

Das Bestücken der beiden Platinen nach den Stücklisten und den Bestückungsplänen sollte auch einem weniger geübten Bastler keine Probleme bereiten. Nach diesem Arbeitsschritt sollte eine Kontrolle der 5V-Betriebsspannung erfolgen, dann kann der Controller eingesteckt werden (Ausrichtung beachten!). Der Trimmer für den Display-Kontrast sollte auf Linksanschlag gedreht werden, dann können beide Schaltungsteile miteinander verbunden und die Stromquelle angeschlossen werden. Wenn dann eine Anzeige auf dem Display erscheint, haben Sie alles richtig gemacht! Mittels des kleinen Potis kann dann noch die optimale Anzeigequalität eingestellt werden. Dann steht dem Einsatz der Schaltung hoffentlich nichts mehr im Wege!

Zum Programm

Die nachfolgenden Ausführungen sind nur für diejenigen interessant die sich bereits mit der Programmierung vom ATMEL-Mikrocontrollern befasst haben.

Der Quellcode ist mit BASCOM erstellt und füllt den verfügbaren Speicher fast komplett. Das Programm wurde zunächst für bis zu 8 Servos mit einem anderen Controller entwickelt. Es ist daher an der ein oder anderen Stelle nicht auf geringsten Speicherbedarf optimiert. Der größte Teil des Programms dient der Einstellung durch den Benutzer, die im Betrieb erforderlichen Routinen sind vergleichsweise klein. Bedienkomfort kostet halt Platz...

Zunächst werden allerlei Variablen deklariert und die Ports konfiguriert, an vielen Stellen sind Alias-Namen verwandt, das erleichtert die Anpassung an andere Controller. Auch sollen Konstanten das Verständnis des Quellcodes vereinfachen. Die Reihenfolge mancher Abläufe mag seltsam erscheinen, so ergibt sich jedoch ein möglichst geringes unkontrolliertes Zucken der Servos.

Im normalen Betrieb wird eine Schleife endlos durchlaufen. Darin werden, je nach Betriebsart, die Kontakte oder die Tasten abgefragt und ggfs. die neuen Soll-Stellungen bestimmt. Danach folgt eine Routine die, abhängig von der gewünschten Stellgeschwindigkeit, mehr oder weniger schnell die nächste Servostellung errechnet. Hier wird der Ist-Wert der Servostellung dem Soll-Wert angenähert. Dies geschieht in bis zu 2000 Schritten obwohl in der Anzeige nur Werte von 0 bis 200 angezeigt werden. Dann kommt ein vielleicht sehr seltsam anmutender Programmteil: das Blinken der LED's, sie werden ohne Benutzung der eingebauten PWM-Funktionen angesteuert. Das Benutzen weiterer Interrupts führt nach den Beobachtungen des Autors zu geringen Variationen der Länge der Servoimpulse und damit zu kleinen, aber hörbaren Bewegungen der Servos.

Danach kommt die Programmierung der Servos an die Reihe, dabei wird bei der Tastenabfrage meist der Debounce-Befehl benutzt. Am Ende stehen dann die Interrupt- und andere allgemeine Routinen.

Beim Programmieren eines Controllers ist sowohl der Flash-Speicher als auch das EEPROM zu beschreiben. Wird letzteres vergessen, ist keine Funktion möglich! Natürlich sind auch eigene

Anpassungen möglich, der Verzicht z. B. auf die Mehrsprachigkeit lässt einige Bytes frei werden. Viel Spaß und Erfolg bei eigenen Programmierprojekten!