

RC ThreeSixty-D

Schottelsteuerung

Wilhelm Meier

Version 0.4, 03.03.2021: HW_0.1

Inhalt

1. Vorwort	1
2. Symbolerklärung	2
3. Rechtliches	2
4. Sicherheitshinweise	2
5. Spezieller Sicherheitshinweis: Kleinteile	3
6. Einführung	4
6.1. Ansicht	4
7. Beschreibung	6
7.1. Voraussetzungen	6
7.2. Einbau und Anschluß	7
7.2.1. Anschluß	7
7.3. OpenTx	7
7.3.1. Geber und Inputs für die Schottelsteuerung	8
7.3.2. Installation der Mischer-Skripte	8
7.3.3. Konfiguration der Mischer für Fahrmotorsteller und Servo	9
7.3.4. Software für OpenTx	11
7.4. Konfiguration	11
7.4.1. Konfiguration des Bus-Typs	13
7.4.2. Konfiguration der Übertragungskanäle	13
7.4.3. Kalibrierung des Servos	13
7.5. Bedienung	13
8. Zubehör	14
8.1. Bus-Verteiler	14
8.2. BEC-Weiche	14
9. Betrieb	15
10. Kontakt	17

1. Vorwort



Lizenz

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> oder wenden Sie sich brieflich an Creative Commons, Postfach 1866, Mountain View, California, 94042, USA.



Das Modul wie auch diese Doku ist noch unvollständig und *work-in-progress*. Bei jeglichen Unklarheiten in dieser Funktionsbeschreibung und generellem Aufbau und Anschluß, unterlassen Sie den Betrieb und kontaktieren Sie den Bausatzersteller.

2. Symbolerklärung



Ein wichtiger allgemeiner Hinweis für den sicheren Aufbau und die sichere Bedienung. Dieser sollte durch den Anwender beachtet werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.



Ein genereller Hinweis, der durch den Anwender beachtet werden sollte.



Ein technischer oder sicherheitstechnischer Hinweis, der unbedingt durch den Anwender beachtet werden muss.



Ein technischer oder sicherheitstechnischer Gefahrenhinweis, der unbedingt durch den Anwender beachtet werden muss. Zur Gefahrenabwendung muss der Anwender unbedingt die gegebenen Anweisungen befolgen und die beschriebenen Maßnahmen ergreifen.

3. Rechtliches

Der vorliegende Bausatz wird dem Anwender für eigene Experimente überlassen. Er stellt kein Produkt im Sinne des ProdHaftG oder elektronisches Gerät im Sinne des ElektroG dar und wird als Gerät nicht kommerziell vertrieben.



Die Überlassung gegen Unkostenerstattung erfolgt unter Ausschluss jeglicher Sachmangelhaftung.

Für den vorliegenden Bausatz werden keine Funktionsgarantien gegeben. Für Schäden am Bausatz oder an damit verbundenen Geräten oder Modulen wird keine Haftung übernommen. Gewährleistungen, Garantien und Widerrufsrechte gibt es nicht.

4. Sicherheitshinweise

Beim Umgang mit Produkten, die mit elektrischer Spannung in Berührung kommen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden, insbesondere VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711 und VDE 0860.

Werkzeuge dürfen an Geräten, Bauteilen oder Baugruppen nur benutzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Geräte von der Versorgungsspannung getrennt sind und elektrische Ladungen, die in den im Gerät befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.

Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen das Gerät, das Bauteil oder die Baugruppe verbunden ist, müssen stets auf Isolationsfehler oder Bruchstellen untersucht werden. Bei Feststellen eines Fehlers in der Zuleitung muss das Gerät unverzüglich aus dem Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist. Bei Einsatz von Bauelementen oder Baugruppen muss stets auf die strikte Einhaltung der in der zugehörigen Beschreibung genannten Kenndaten für elektrische Größen hingewiesen werden. Wenn aus einer vorliegenden Beschreibung für den nicht gewerblichen Endverbraucher nicht eindeutig hervorgeht, welche elektrischen Kennwerte für ein Bauteil oder eine

Baugruppe gelten, wie eine externe Beschaltung durchzuführen ist oder welche externen Bauteile oder Zusatzgeräte angeschlossen werden dürfen und welche Anschlusswerte diese externen Komponenten haben dürfen, so muss stets ein Fachmann um Auskunft ersucht werden. Es ist vor der Inbetriebnahme eines Gerätes generell zu prüfen, ob dieses Gerät oder Baugruppe grundsätzlich für den Anwendungsfall, für den es verwendet werden soll, geeignet ist!

Im Zweifelsfalle sind unbedingt Rückfragen bei Fachleuten, Sachverständigen oder den Herstellern der verwendeten Baugruppen notwendig!

Bitte beachten Sie, dass Bedien- und Anschlussfehler außerhalb unseres Einflussbereiches liegen. Verständlicherweise können wir für Schäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen. Bei Installationen und beim Umgang mit Netzspannung sind unbedingt die VDE-Vorschriften zu beachten. Geräte, die an einer Spannung über 35 V betrieben werden, dürfen nur vom Fachmann angeschlossen werden. In jedem Fall ist zu prüfen, ob der Bausatz oder die Platine für den jeweiligen Anwendungsfall und Einsatzort geeignet ist bzw. eingesetzt werden kann.

Derjenige, der eine Schaltung oder einen Bausatz aufbaut und fertigstellt oder eine Baugruppe durch Erweiterung bzw. Gehäuseeinbau betriebsbereit macht, gilt nach DIN VDE 0869 als Hersteller und ist verpflichtet, bei der Weitergabe des Gerätes alle Begleitpapiere mitzuliefern und auch seinen Namen und Anschrift anzugeben. Geräte, die aus Bausätzen selbst zusammengestellt werden, sind sicherheitstechnisch wie ein industrielles Produkt zu betrachten.

Für alle Personen- und Sachschäden, die aus nicht bestimmungsgemäßer Verwendung entstehen, ist nicht der Hersteller sondern der Betreiber verantwortlich. Bitte beachten Sie, dass Bedien- und/und Anschlussfehler außerhalb unseres Einflußbereiches liegen. Verständlicherweise können wir für Schäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen.

Jegliche Vorschriften und Vorsichtsmaßnahmen im Umgang mit elektrischen Komponenten sind vom Anwender einzuhalten.

Beachten Sie ebenfalls die Richtlinien unter [Abschnitt 9](#).

5. Spezieller Sicherheitshinweis: Kleinteile



ACHTUNG: Der Bausatz enthält verschluckbare Kleinteile. Von Kindern fernhalten.

6. Einführung

Das vorliegende Modul **RC-ThreeSixty-D** ist eine *Schottelsteuerung* für Sender mit **OpenTx**. Zu dem *Modul* gehören weitere Funktionen in Form von *Skripten* für **OpenTx**. Da es ein *digitales* Modul ist, muss es ebenso wie etwa die digitalen Schaltmodule **RC-MultiSwitch-D**, das Servoschaltmodul **RC-ServoSwitch-D** oder die Kran- und Sonderfunktionssteuerung **RC-Quad-D** an ein empfängerseitiges *Actor-Bus-System* angeschlossen werden. In diesem Fall eignen sich **SBus**, **IBus** oder **SumD**. Welche Art von *Bus* verwendet wird ist unerheblich, da das Modul die Art des Busses *automatisch* erkennt.

Die *wesentliche* Funktion besteht darin, ein *spezielles* Servo proportional zum *Winkel*, den etwa ein Kreuzknüppel zur horizontalen Achse eines gedachten karthesischen Koordinationsystems am Sender bildet, zu bewegen. Die *Auslenkung* des Knüppels von seiner senkrechten Stellung, also der Winkel des Knüppels zur *Hochachse* des Senders, ist dann proportional zum Schub für eine Fahrtsteller im Boot. Anders ausgedrückt: die Position des Kreuzknüppels im karthesischen Koordinationsystem wird in ein Polarkoordinationsystem umgerechnet. Betrag und Winkel werden als Kanalwerte an den Empfänger und damit an das Modul übermittelt.

6.1. Ansicht

In den Bildern [Abbildung 1](#) und [Abbildung 2](#) ist jeweils die Ansicht von oben und unten abgebildet.

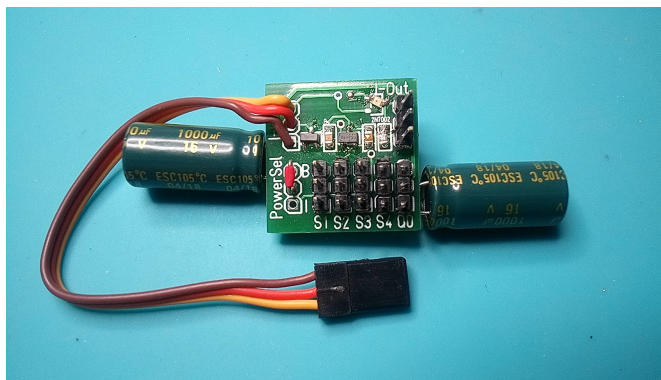


Abbildung 1. Ansicht von oben

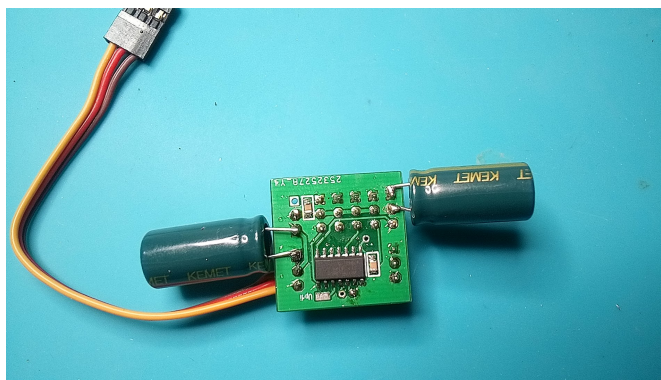


Abbildung 2. Ansicht von unten

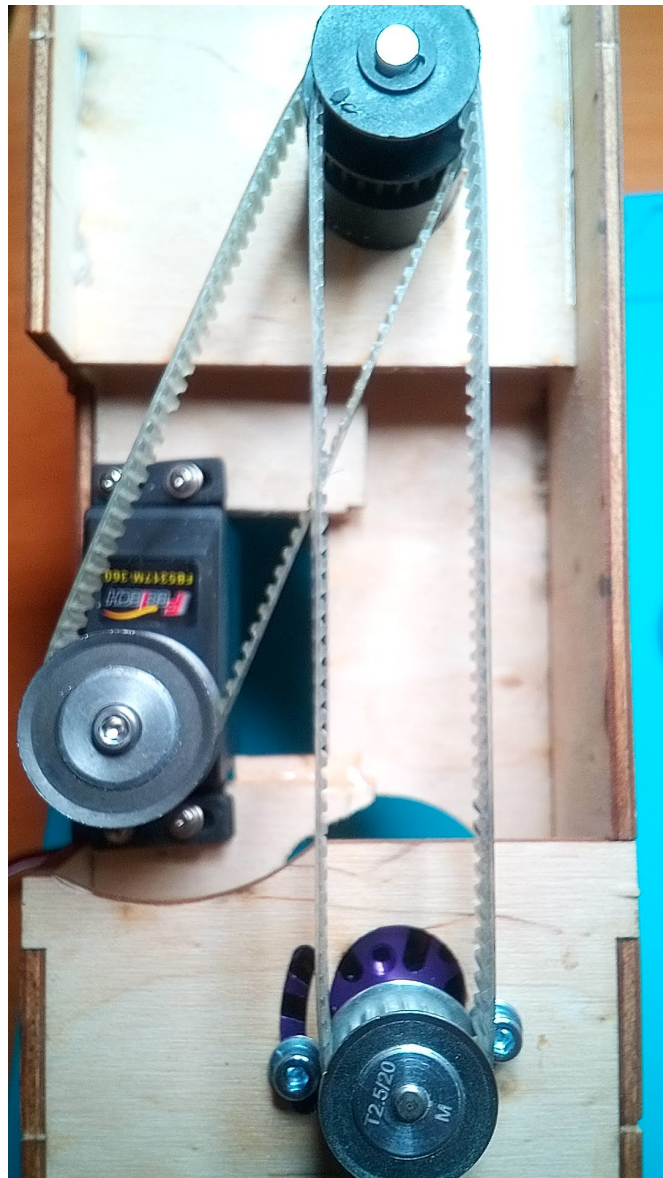


Abbildung 3. Der mechnische Aufbau

7. Beschreibung

7.1. Voraussetzungen

Um das Modul erfolgreich verwenden zu können, sind die folgenden Punkte zu beachten:

Servo	Es können nur sog. <i>Feedback</i> -Servos eingesetzt werden, die zudem noch eine <i>n-fache</i> Rotation um die eigene Achse ermöglichen (ohne Anschlag). Es muss ein Servo mit im RC-Bereich üblicher Ansteuerung per PWM -Signal sein. Bei den <i>Feedback</i> -Servos gibt es Typen mit <i>analoger</i> Positionsrückmeldung über ein Spannungssignal oder ein PWM -Signal. Derzeit gilt die Einschränkung, dass nur Servos mit einer Spannungsrückmeldung in Frage kommen. Als <i>Beispiel</i> diene das Servo <i>Feetech FB5317M-360</i> .
Fahrmotorsteller	Als Steller kommen sowohl <i>uni-</i> wie <i>bidirektionale</i> Steller in Frage. Diese können auch über das Modul angelernt werden. Bitte beachten Sie den Punkt zum BEC des Stellers
Gesamtsystem	Die mechanische Übersetzung vom <i>Servo</i> zum <i>Schottel</i> muss 1:1 betragen (s.a. Abbildung 3).



*Das **BEC** des Stellers, oder: ein Schottel kommt selten allein!*

Üblicherweise werden für ein Modellschiff mit Schottelsteuerung *zwei* Schottelantriebe eingesetzt. Daher benötigt man zwei Module **RC-ThreeSixty-D**, die natürlich beide an den *Actor-Bus* des Empfängers angeschlossen werden müssen. Zwar wird jedes Modul von *seinem* Fahrmotorsteller und dessen **BEC** mit Spannung versorgt. Allerdings werden spätestens am Bus-System beide **BEC** parallel geschaltet. **Achtung:** hier muss *vorher* geklärt werden, ob das *zulässig* ist.

Uffbasse

Klären Sie vor in Betriebnahme, ob die **BEC** Ihrer Fahrmotorsteller das *Parallelschalten* erlauben. Als *Faustregel* kann dienen:



- bei einem *linearen* Spannungsregler als **BEC** kann eine Parallelschaltung in den meisten Fällen erfolgen. Diese **BEC** haben eine geringe Belastbarkeit von je etwa maximal **1A**.
- bei *geschalteten* Spannungsregler als **BEC** (Step-Down), oft als **SBEC** bezeichnet, darf *nicht* parallel geschaltet werden.

Mögliche Lösungen für den BEC-Überfluss

Zwei Lösungen sind möglich:



- Aus *einem* der *Modulanschlusskabel* wird das *rote* Anschlusskabel aus dem Stecker entfernt. Damit wird das zugehörige Modul *und* das Servo über das *BEC* des Stellers versorgt. Dies ist besser, als aus dem Stelleranschlusskabel das rote Kabel zu entfernen, denn sonst würden dieses Servo über das Modul, über den Empfänger über das andere Modul versorgt, was sicher nicht gut ist.
- Die *beiden* Anschlusskabel der *Steller* über eine *BEC*-Weiche mit den beiden Modulen zu verbinden, und diese wiederum mit dem Bus-System, was den Empfänger versorgt.

7.2. Einbau und Anschluß

Das Modul hat eine *Anschlusspeitsche* mit einem normalen Servostecker. Dies ist die Verbindung zum Empfänger. Jedoch *nicht* zu einem normalen *PWM*-Servo-Ausgang des Empfängers, sondern zum *SBus* oder *IBus* oder *SumD*-Ausgang. Auf diesem Bus-System werden *alle* vom Empfänger empfangenen Kanalinformationen zu den Bus-Teilnehmern übertragen. Dies bedingt jedoch auch, dass jeder einzelnen Bus-Teilnehmern sich genau die Informationen vom Bus holen muss, die für ihn wichtig sind.

Daher: das *RC-ThreeSixty-D*-Modul muss konfiguriert werden.

7.2.1. Anschluß

Für die Steckplätze am Modul gilt:

- SO1** Fahrmotorsteller
- SO2** Servo
- SO3** Feedback-Anschluß
- SO4** (Config-Brücke)
- Q0** Fahrmotorsteller-Kalibrierung

7.3. OpenTx

Zwar kann das Servo mit jedem Geber angesteuert werden, allerdings ergibt sich der größte Vorteil erst bei einem Geber, der tatsächlich eine kontinuierliche Drehbewegung ausführen kann.

Dies kann man mit sog. *Inkrementalgebern* erreichen, oder man benutzt einen *zweiachsigen* Kreuzknüppel, um eine Bewegung *im Kreis* darzustellen. Das Signal, was hierbei an den Empfänger übertragen wird, geht dabei von *0%* zu *100%*, springt dann zu *-100%* und geht dann von dort wiederum über *0%* zu *100%*, um dann wieder zu springen, u.s.w. Dies wird von diesem Steuermodul als eine *Winkelbewegung* von *0°* über *180°* zu *360°* interpretiert. Da *360°* *diesselbe* Position wie *0°* ist, ergibt sich eine volle Kreisbewegung, und das auch beliebig oft hintereinander.

7.3.1. Geber und Inputs für die Schottelsteuerung

Bei einem Schottelantrieb empfiehlt es sich, einen *Kreuzknüppel* mit seinen beiden Achsen in ein derartiges *Winkelsignal* umzurechnen ([Abbildung 4](#)). Wir definieren daher zwei *Inputs*, die hier mit den beiden Gebern **LV** (links vertikal) und **LH** (links horizontal) verbunden werden.

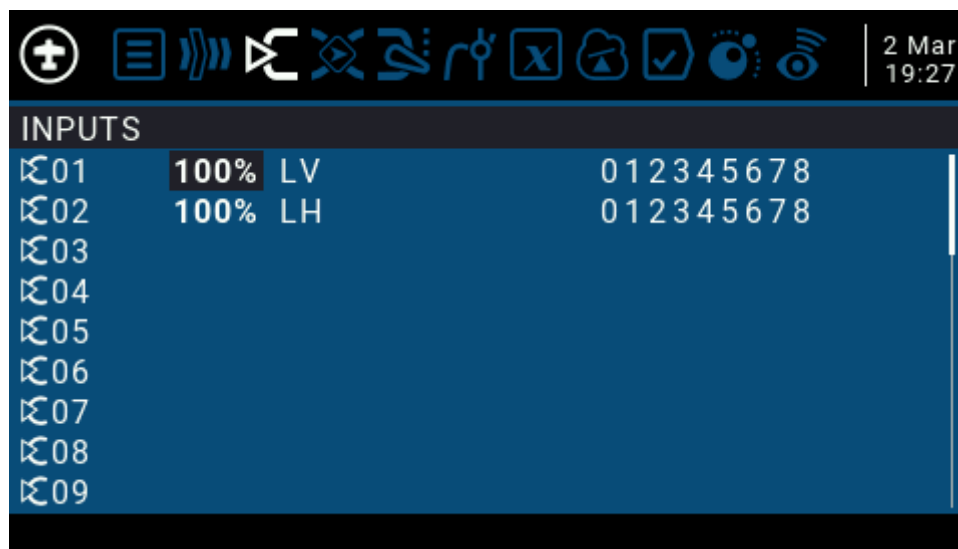


Abbildung 4. Definition der Inputs für die Schottelsteuerung

7.3.2. Installation der Mischer-Skripte

Die Umrechnung des *kartesischen Koordinatensystems* des Kreuzknüppels in ein *Polarkoordinatensystem* für Gas und Winkel der Schottelsteuerung übernimmt ein *Mischerskript* (`schotl.lua`) ([Abbildung 6](#)). Die Weitergabe des Gaswertes und des Winkelwertes müssen zwei weitere Mischerskripte `schop.lua` und `schod.lua` übernehmen (s.a. [Abbildung 7](#) und [Abbildung 8](#)).

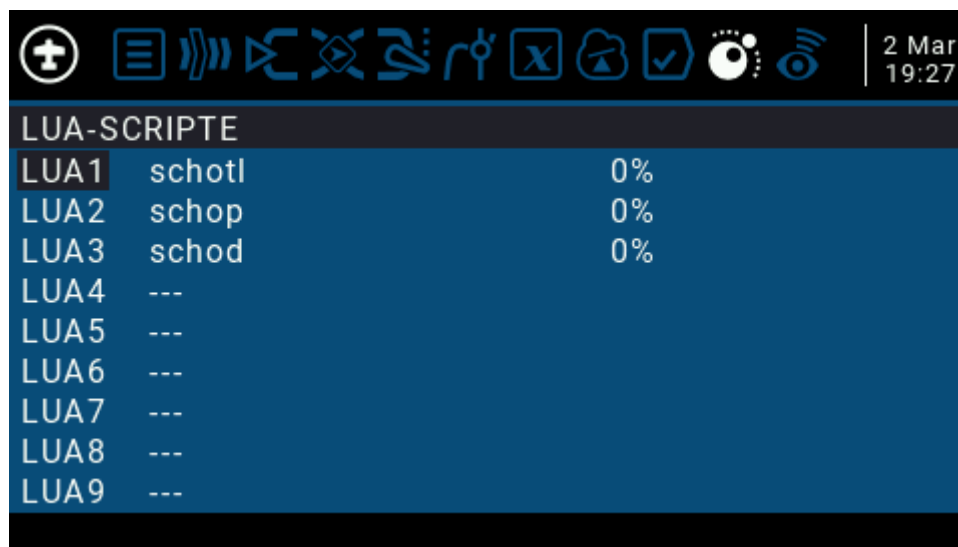


Abbildung 5. Übersicht über die drei Mischerskripte

Bei obigem Mischerskript `schotl.lua` sind die beiden *Inputs* (s.a. [Abbildung 4](#)) einzustellen.



Abbildung 6. Das Umrechnungsskript `schotl.lua`

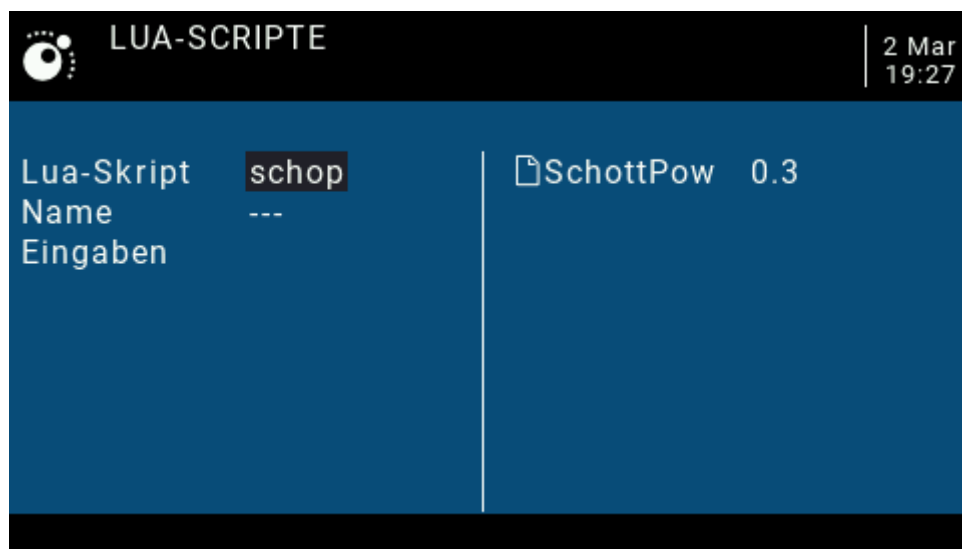


Abbildung 7. Das Mischerskript `schop.lua` zur Ausgabe `Gas`

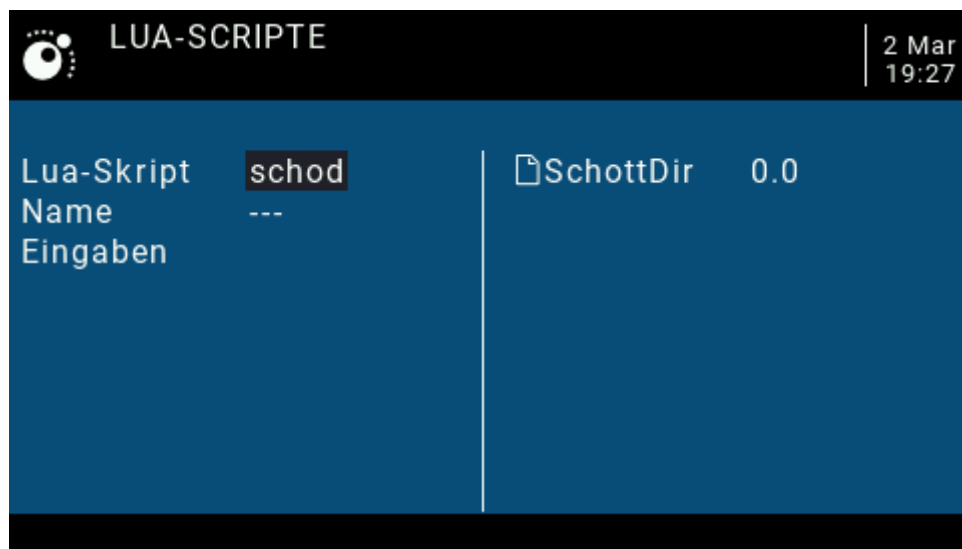


Abbildung 8. Das Mischerskript `schod.lua` zur Ausgabe `Winkel`

7.3.3. Konfiguration der Mischer für Fahrmotorsteller und Servo

Natürlich müssen nun noch zwei Übertragungskanäle für `Gas` und `Winkel` (Richtung) konfiguriert

werden. Dafür werden also zwei *Mischer* benötigt, die Ihre jeweiligen Werte von den beiden Mischerskripten `schop.lua` und `schod.lua` bekommen.

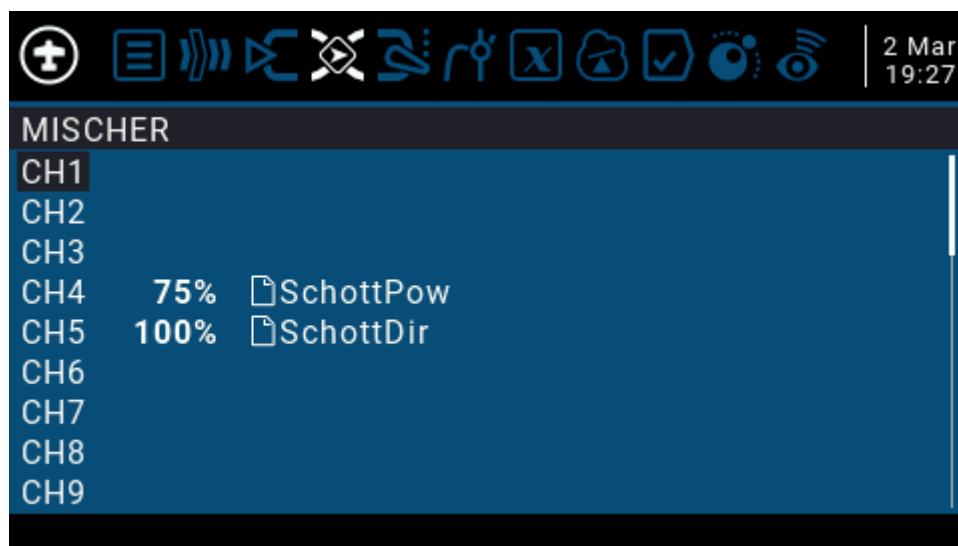


Abbildung 9. Definition der beiden Übertragungskanäle für *Gas* und *Winkel* (Richtung)

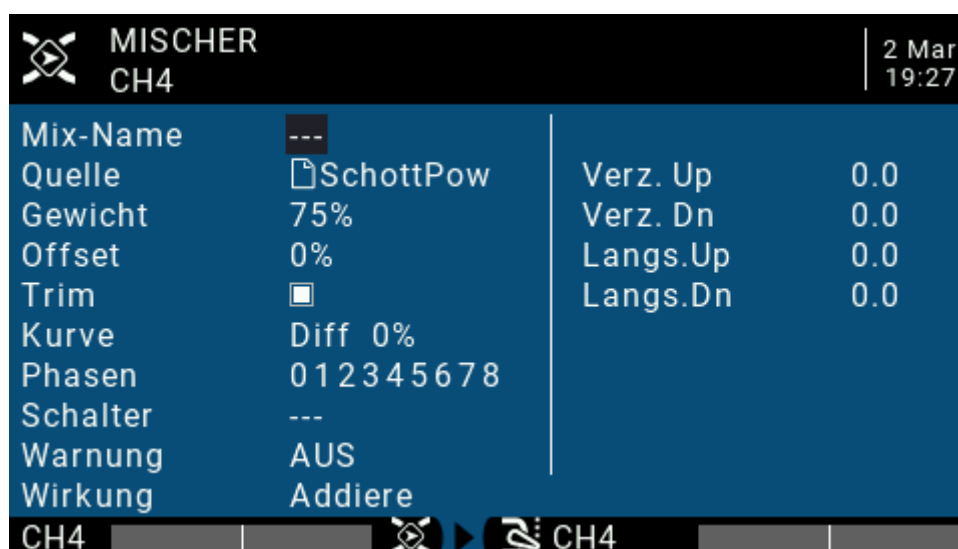


Abbildung 10. Detailansicht des Mixers für *Gas*

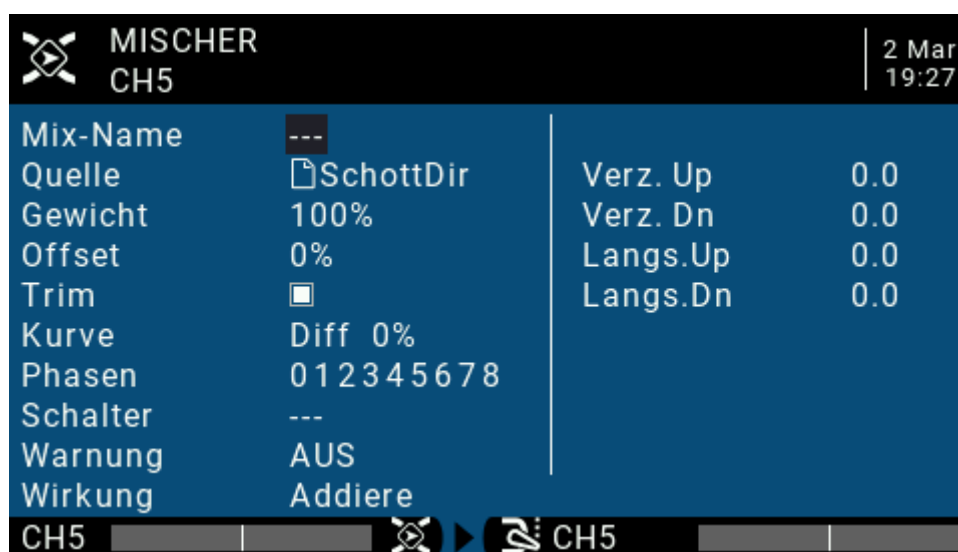


Abbildung 11. Detailansicht des Mixers für den *Winkel* (Richtung)

7.3.4. Software für OpenTx

Die Skripte (s.a. [Abschnitt 7.3.2](#)) können mit den folgenden *Links* bezogen werden:

- [schotl.lua](#)
- [schop.lua](#)
- [schod.lua](#)

Kopieren Sie diese drei Dateien auf die SD-Karte Ihres Senders in das Verzeichnis **SCRIPTS/MIXES**. Vergessen Sie nicht, die SD-Karte *sicher* zu *entfernen*.

7.4. Konfiguration

In die Konfigurationseinstellung gelangt man, wenn beim *Einschalten* die *Brücke* am Steckplatz **S04** gesteckt ist.

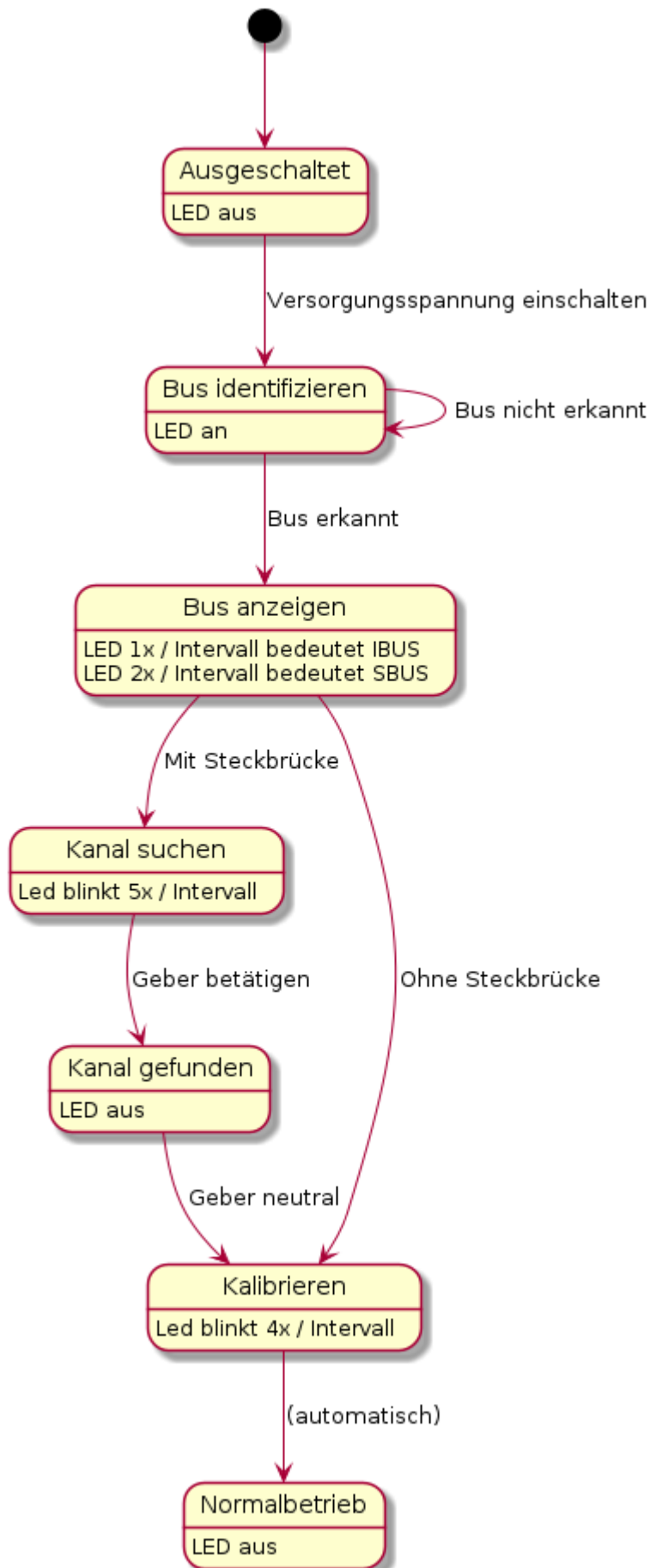


Abbildung 12. Ablauf der Konfiguration

7.4.1. Konfiguration des Bus-Typs

Der Bus-Typ wie Sbus, IBus oder SumD des Bus-Systems werden vom Modul automatisch erkannt und anschließend über ein Blinkmuster der LED angezeigt.

7.4.2. Konfiguration der Übertragungskanäle

Das RC-ThreeSixty-D benötigt maximal drei Übertragungskanäle, jedoch im Normalbetrieb nur zwei.

1. Kanal A für Schub
2. Kanal B für Schottelposition / Servoposition
3. Kanal C für Fahrmotorsteller-Kalibrierung (direkt vom Sender)

Bei der Kanalsuche (s.a. Abbildung 12) wird ausgehend vom Kanal 1 aufsteigend alle Kanäle untersucht, ob sie einen Ausschlag / Wert von mehr als 50% aufweisen. Ist dies der Fall, so bekommt Kanal A des Moduls diese Übertragungskanalnummer. Kanal B und C folgen ohne Lücke.

- erster Übertragungskanal mit Wert > 50% → Kanal A (Beispiel: 4)
- nächster Übertragungskanal → Kanal B (Beispiel: 5)
- nächster Übertragungskanal → Kanal C (Beispiel: 6)



Kalibrierungsfunktion für Steller

Nicht jeder Steller ist für die Steuerung passend kalibriert. Manche Steller müssen die Maximalstellung für *Voll-Vorwärts*, *Voll-Rückwärts* und *Neutral* erst lernen. Die Schottelsteuerung verwendet dafür immer den Bereich [1ms; 2ms] sowie 1,5ms für die Neutralposition. Damit kann am Kanal C der Steller so kalibriert werden, wie er dann am Kanal A gebraucht wird. Natürlich wird am Kanal A nur der Bereich [1,5ms; 2ms] (vorwärts) verwendet. Der Schottelmotor wird von der Steuerung nie umgepolt.

7.4.3. Kalibrierung des Servos

Die Kalibrierung des Schottelservos ist ein automatischer Prozess. Stellen Sie sicher, dass der Schottelantrieb sich frei komplett um seine eigene Achse drehen kann.

7.5. Bedienung

Die Bedienung erfolgt nun über den Kreuzknüppel, der in Abschnitt 7.3.1 definiert wurde. Die Auslenkungs-Richtung des Knüppels ergibt die Richtung, in die sich der Schottel dreht. Der Schub (Gas) wird durch die Stärke der Auslenkung des Knüppels bestimmt.



Bei einer starken Änderung der Richtung, wird der Schub (Gas) von der Steuerung zurückgeregelt. Dies gilt insbesondere für einen Richtungswechsel um 180°, also etwa von vorwärts zu rückwärts. Auch aus dem Stillstand heraus (hierbei steht der Schottel immer in Richtung vorwärts) in Richtung rückwärts wird zunächst der Schottel gedreht. Erst wenn die Abweichung der vorgegebenen Richtung und der tatsächlichen Position des Schottels ein gewisses Maß unterschreitet, wird auch der Schub erhöht.

8. Zubehör

8.1. Bus-Verteiler

Alle Empfänger haben für ihr jeweiliges *Bus*-System nur *einen* Steckplatz. Da jedoch üblicherweise mindestens *zwei* Schottelantriebe in einem Schiff eingesetzt werden, muss das Bus-System an *beide* Schottelsteuerungen verbunden werden. U.U. müssen auch noch weitere Teilnehmer an den Bus angeschlossen werden. Um dies einfacher zu gestalten, gibt es sog. Bus-Verteiler.

8.2. BEC-Weiche

Viele Steller haben ein BEC-System. Wie schon in [Uffbasse](#) erläutert, ist das *Zusammenschalten* von mehreren BEC-Ausgängen problematisch. Um das Problem geeignet zu lösen, bietet sich eine BEC-Weiche an. Beide Steller werden an die Ausgänge der BEC-Weiche angeschlossen. Die Eingänge der BEC-Weiche werden jeweils mit den Schottelsteuerungen verbunden.

9. Betrieb



Beachten Sie unbedingt die Anweisungen unter [Abschnitt 7.1](#).



Die üblichen Sicherheitsvorkehrungen im Betrieb mit ferngesteuerten Modellen, insbesondere Schiffsmoellen sind einzuhalten.



Beachten Sie **alle** folgenden Hinweise zum Betrieb.



Eine Verwendung des Moduls in Rennbooten oder Flugmodellen ist nicht zulässig.



Das Modul darf nicht in Kontakt mit Wasser, Wasserdampf oder anderen Flüssigkeiten kommen. Wasser oder Wasserdampf bzw. andere Flüssigkeiten können zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen.



Das Modul verbraucht im Ruhezustand nur sehr wenig Strom. Trotzdem darf ein dauerhafter Anschluß an einen **unüberwachten** Akku nicht erfolgen. Hier besteht Brandgefahr! Gefahr von Personenschäden!



Beim Betrieb ist die Erwärmung des Moduls zwingend zu überwachen! Eine Überhitzung kann zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust führen. Gefahr von Personenschäden!



Die Spannungsversorgung ist Modul ist im Betrieb zu überwachen. Bei Unterspannung kann das Modul abschalten oder bei gleichzeitiger hoher Stromaufnahme überhitzen und so zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen



Die erforderlichen Kabelquerschnitte für die Verbindung mit dem Akku und auch mit dem elektrischen Verbraucher sind unbedingt einzuhalten. Hier besteht Brandgefahr. Gefahr von Personenschäden!



Beim Betrieb ist der maximale Stromdurchfluß zu begrenzen und zu überwachen. Ein zu langer und zu hoher Stromfluß kann zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen.



Das Modul ist nicht kurzschlußfest. Ein Kurzschluß führt zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden.



Der maximale Schaltstrom ist unbedingt einzuhalten und darf nicht überschritten werden. Ein zu hoher Schaltstrom kann zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen.



Die Kapazitäten (Elkos, Siebelkos) am Ausgang des Moduls, etwa in Fahrtreglern (Stellern) für Motoren, dürfen 10.000µF nicht überschreiten. Zu hohe Kapazitäten können zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen.



Das Modul darf keinen Vibrationen ausgesetzt werden. Treffen Sie entsprechende Vorkehrungen zu einem vibrationsgeschützten Einbau. Zu starke Vibrationen können zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen.



Das Modul darf nur innerhalb eines Temperaturbereiches von -10°C bis +55°C betrieben werden. Ein Betrieb außerhalb dieses Bereiches kann zu einem Totalausfall und damit zu einem Modellverlust sowie Personenschäden führen.

10. Kontakt

Anfragen: wilhelm.wm.meier@googlemail.com