

FADEC elektronisch März 2021

Für Maschinen mit analogem
Spannungs-, Strom- oder PWM
Gas-Signal und elektrisch gesteuerte (hydraulisch betätigte)
Getriebe, mit oder ohne Trolling-Ventil

Software Version
mth21.01

Neueste Anleitung auf:
www.tecnautic.com/public/fadec_d_electronic.pdf

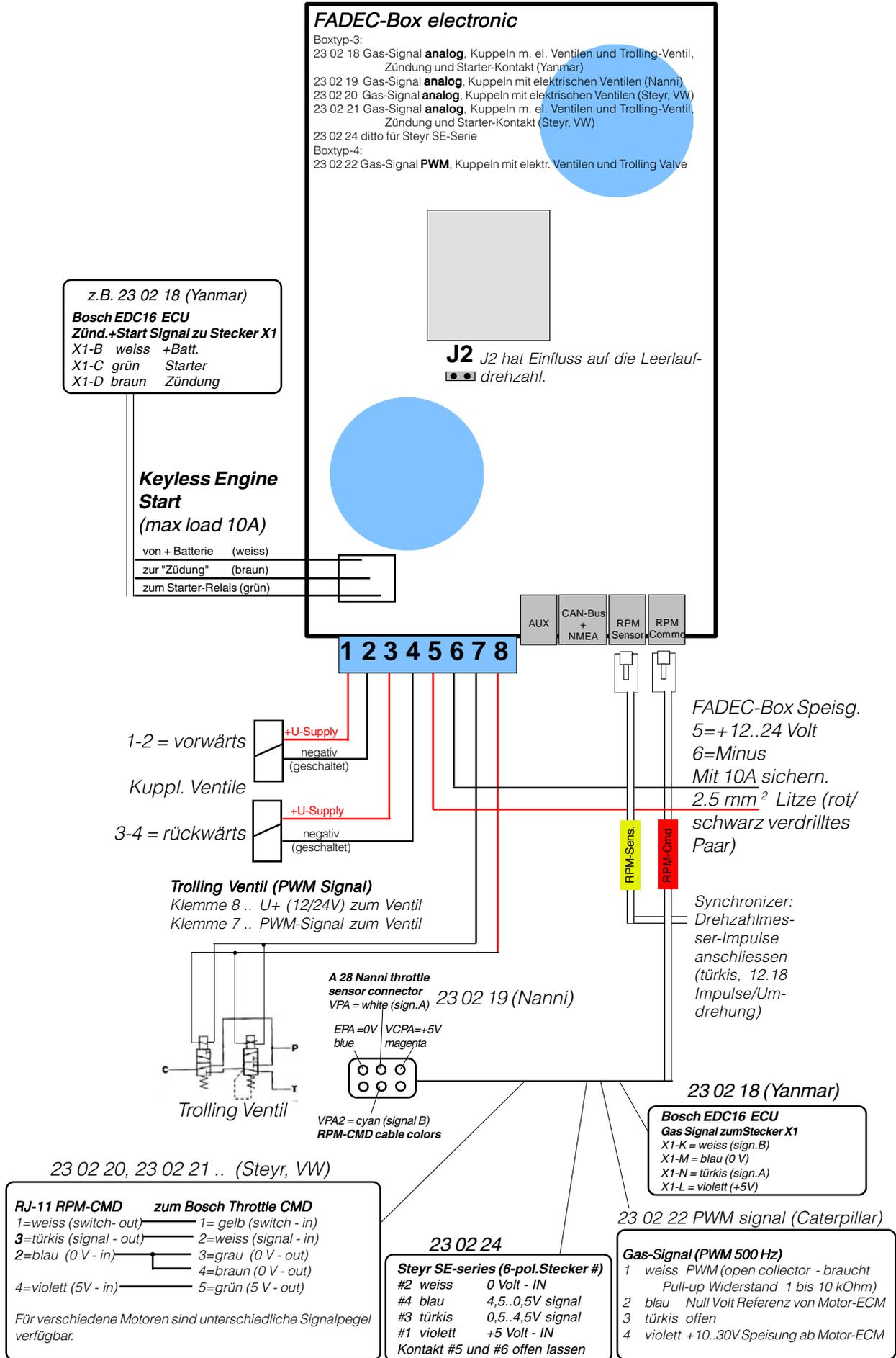
Inhalt

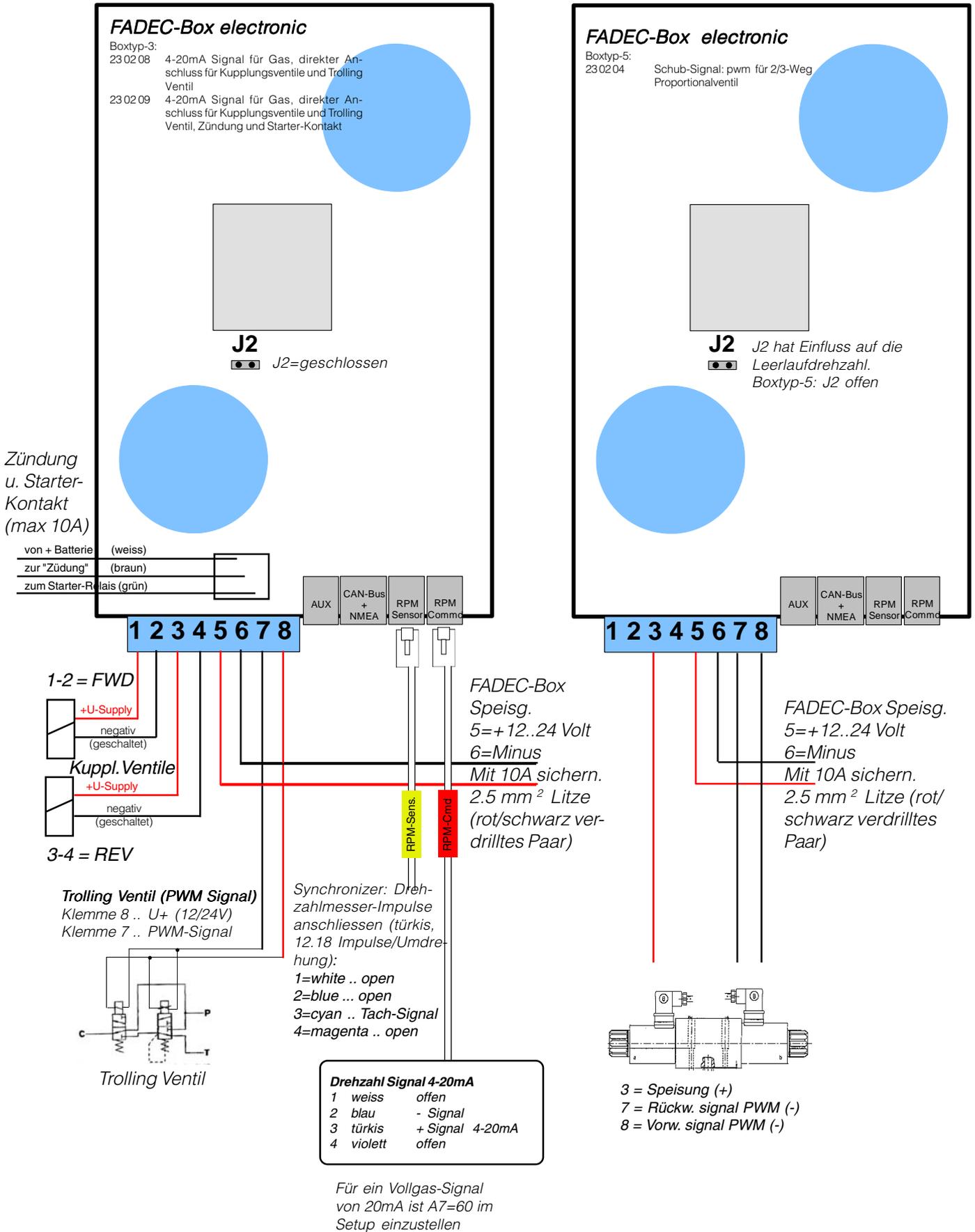
FADEC-Box Anschluss	2
Operationelle Aspekte	5
FADEC-Box Setup	6
Fahrhebel-Funktionen	8
FADEC Fehler-Code	9

Warnung

Nur geschulte und qualifizierte Fachleute dürfen die Verantwortung für die Installation des FADEC-Systems übernehmen. Nur sie kennen die potentiellen Gefahren für Mensch und Gut, welche mit dem Ausfall des Systems und dem einhergehenden Verlust der Manövrierfähigkeit entstehen können, und nur sie wissen über die anzuwendenden Vorschriften und Gesetze Bescheid.

FADEC-Box Anschluss





Elektrischer Anschluss

Warnung :

Nur geschulte und qualifizierte Fachleute dürfen die Verantwortung für die Installation des FADEC-Systems übernehmen. Nur sie kennen die potentiellen Gefahren für Mensch und Gut, welche mit dem Ausfall des Systems und dem einhergehenden Verlust der Manövrierfähigkeit entstehen können, und nur sie wissen über die anzuwendenden Vorschriften und Gesetze Bescheid.

Anschluss der Maschinen-Steuerung

Die mit der Maschine gelieferte elektronische Steuerung (ECU oder MCU) wird gemäss Schema mit der FADEC-Box verbunden:

Gas-Signal als Spannung

- Kontakt 1 = Gashebel-Sicherheits-Schalter (geschlossen bzw. 0 Volt im Leerlauf, und offen bei mehr als 10% Gashebel-Stellung)
- Kontakt 2 = Null Volt Referenz, von der Maschinen-Steuerung (ECU) geliefert
- Kontakt 3 = Drehzahl-Kommando (Gashebel-Signal). Motorabhängig, 0,4 bis 4,3V.
- Kontakt 4 = 3,3 bis 5 Volt Referenz, von der Maschinen-Steuerung geliefert

Gas-Signal als PWM

- Kontakt 1 = PWM-Signal (open collector, 1k bis 10k pull up erforderlich)
- Kontakt 2 = Null Volt Referenz, von der Maschinen-Steuerung
- Kontakt 3 = frei
- Kontakt 4 = 10 bis 30 Volt Speisung, von der Maschinen-Steuerung

Gas-Signal 4-20mA

- Kontakt 1 = offen
- Kontakt 2 = - Signal
- Kontakt 3 = + Signal 4-20mA
- Kontakt 4 = offen

Anschluss der Kupplungsventile

Die Ventilsolenen werden gemäss Schema angeschlossen. Die korrekte Schaltrichtung (Vorwärts - Rückwärts) ist zu kontrollieren.

Es wird empfohlen für den Probelauf der Maschine zum Testen der Gashebelreaktion die Kupplungsventile vorerst nicht zu verdrahten.

Anschluss eines Trolling-Ventils

Der Anschluss erfolgt an Klemme 7 und 8 gemäss Schema. Es sind nur kombinierte Ventile mit einem gemeinsamen Anschluss für ON-OFF und den Regelbereich verwendbar (zum Beispiel ZF-Typ). Für die Einstellung dienen die Parameter im Setup.

1. Auf dem Display den FADEC-Parameter "A6" wählen (nur eine einzige Box darf dabei am CAN-Bus angeschlossen sein).

2. Bei laufendem Motor den Docking-Mode wählen, dann Gashebel in die vordere Raste schieben und A6 verändern, sodass die Welle mit ca. 2 Umdrehungen/sec dreht.
3. Auf dem Display "A5" wählen und mit der THR-Taste den Trolling Mode verlassen. Wenn das Kuppeln beim schnellen Umschalten von VOR- auf RÜCKWÄRTS nicht weich erfolgt, muss A5 verkleinert werden. Jedoch sollte A5 so gross wie möglich bleiben, damit beim schnellen Umschalten aus voller Fahrt der Propeller vor dem Einkuppeln genügend gebremst wird.

Anschluss von Zündung und Starter

Diese Verdrahtung ermöglicht das Starten der Maschinen von jeder Fahrhebelstation.

Synchronizer

Der Anschluss der Drehzahlmesser-Impulse ermöglicht das automatische Synchronisieren der Motoren. Die Impulse können von analogen Drehzahlmessern abgegriffen werden.

Die Drehzahl beider Maschinen kann auf dem Tecnausic-Display kontrolliert werden (Funktion dF:92 aktivieren). Ohne korrekte Drehzahlanzeige kann die Synchronisierung nicht erfolgen.

Das Synchronisieren findet nur statt, wenn beide Maschinen im NORMAL-Modus und auf Vorwärts geschaltet sind und die Drehzahldifferenz nicht grösser als 150 U/min. ist. Bei sehr niedrigen Drehzahlen oder nahe Voll-Last erfolgt keine Synchronisierung.

Probleme und Analysen

Der Motor stirbt beim Schalten auf Vorwärts oder Rückwärts ab (ohne Trolling-Ventil, Anzeige auf Fahrhebelstation ist normal)

Aktion: Kontrollieren, ob die Maschine im WARMLAUF-Modus beschleunigt.

Falls JA: Die Menge der Gaszugabe beim Schalten mit dem Faktor A8 erhöhen oder die Verzögerung bis zum Einkuppeln mit dem Faktor A0 vergrössern, oder beides.

Falls NEIN: CMD-Leitung (Drehzahl-Kommando) von der FADEC-Box zur Motor-Steuerung auf korrekten Anschluss kontrollieren.

Operationelle Aspekte

Die FADEC-Box schaltet, kuppelt und gibt Gas, ähnlich wie der Fahrer eines Autos mit manueller Schaltung. Im FADEC-Setup kann man den "Fahrstil" wählen, das Schalten kann vorsichtig und schonend erfolgen, oder aber so schnell wie möglich.

Einstellungen

- **Schaltpause** (vor dem Einlegen des Ganges): man kann sich für eine automatische variable Pause, oder eine bestimmte feste Pause entscheiden. Bei der automatischen Pause wird die Gashebelstellung während der letzten Sekunden berücksichtigt. Dabei ist jedoch die aktuelle Propellerdrehzahl und Drehrichtung nicht bekannt, es wird eine Schaltpause von bis zu 3,5 Sekunden erzeugt. Eine hydraulische Kupplung benötigt dann noch zusätzlich Zeit zum Füllen der Kupplung und Aufbauen des Druckes.
Mit einem Trollingventil wird das sonst harte Einkuppeln über einen Zeitraum von zumindest 250ms ausgedehnt. Im Dockingmode wird dem Einkuppeln noch das Schleifen der Kupplung bei konstantem Druck (durch A5 definiert) über eine gewünschte Periode (durch A4 definiert) vorangestellt, um einen eventuell umgekehrt rotierenden Propeller kontrolliert abzubremesen.
- **Gas-Pause** (nach dem Einkuppeln): vor dem Beschleunigen der Maschine wird das Ansteigen des Kupplungsdruckes abgewartet. Die Pause wird ebenfalls mit A4 definiert.

Manueller Fahrhebel oder Automatik

Für die manuelle Fahrhebel-Bedienung ist man frei in der Wahl der einzustellenden Pausen und des daraus resultierenden "Fahrstils". Lange Pausen ergeben eine schonende Benützung von Kupplung und Getriebe, während kurze Pausen das Manövrieren in engen Bereichen erleichtern.

Im Automatik-Betrieb hingegen wird eine möglichst kurze Schaltzeit benötigt, besonders wenn im Hover-Mode eine genaue Positionshaltung gefordert wird. Ähnlich wie wenn das Schiff bei unruhiger See mit den Maschinen nahe an einer Mole gehalten werden soll.

Die kürzeste einstellbare Schaltzeit beträgt 0.7s mit Trollingventil und 1.0s ohne Trollingventil (Vorwärts auf Rückwärts oder umgekehrt).

Vorwärts auf Rückwärts ohne Trolling Ventil

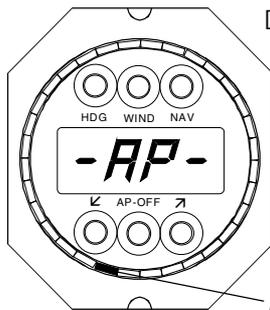
Gas u. Schaltpause bei A4=01:

<i>previous throttle angle %</i>	<i>Schaltpause</i>	<i>Gas-pause A4=01</i>	<i>total thrust delay</i>
<i>idle InGear</i>	<i>1,0s</i>	<i>0,5s</i>	<i>1,5s</i>
<i>35%</i>	<i>2,2s</i>	<i>0,5s</i>	<i>2,7s</i>
<i>50%</i>	<i>3,5s</i>	<i>0,5s</i>	<i>4,0s</i>
<i>65-100%</i>	<i>4,0s</i>	<i>0,5s</i>	<i>4,5s</i>

FADEC-Box Setup

Erste Inbetriebnahme

Das FADEC-Setup kann an jedem Autopilot-Display erfolgen. Vorher müssen alle Autopilot-Driveboxen, die Thruster-Boxen und weitere FADEC-Boxen vom CAN-Bus getrennt werden.



Die FADEC-BOX muss zum Konfigurieren am Strom und am CAN-Bus angeschlossen sein. Ist keine Diode sichtbar, bedeutet dies "keine Verbindung" mit der FADEC-Box.

LED-Anzeige der Stellung des Gashebels

1. AP-Konfigurations-Modus am Display aufrufen

1. Die beiden äusseren Tasten gedrückt halten.
2. Die mittlere Taste 4 Mal kurz drücken.
3. Alle Tasten loslassen.
4. Mit der mittleren Taste bis "AP" weiterblättern.

2. Linke untere Taste **ein Mal** drücken. Es erscheint der Parameter **"A0:00"** oder **"A0:01"**. Der Wert von A0 darf nicht unabsichtlich verändert werden, indem die linke oder rechte Taste (nochmals) gedrückt wird.

3. Mit der unteren mittleren Taste gelangt man zu den weiteren Parametern A1, A2 und so weiter. Die Bedeutung ist auf der folgenden Seite erklärt. Jedoch sollten die Werte des mitgelieferten Schemas nicht verändert werden, ausser zur Einstellung bei der "ersten Inbetriebnahme".

Setup Parameter

Achtung: Es gibt zwei Gruppen von Parametern. Die Umschaltung erfolgt mit A9.

- A0:00** A0=01 benötigt "Boxtyp 3b" und liefert im SLOW-Mode ein PWM-Signal für ein Proportionalventil am Hydromotor eines Hauptantriebes. Klemme 1-2=vorw., 3-4=rückwärts.
- A1:01** A1=01 gibt eine drehzahlabhängige Schaltpause vor dem Einkuppeln. Im Hover-, Joystick- od. Speed-Mode auch bei A1=00.
- A2:0?** Boxtyp-3: für analoges Gassignal; Boxtyp-4: für PWM Gassignal (Caterpillar); Boxtyp-5: liefert ein PWM-Signal für das Proportionalventil von hydraulischen Antrieben.
- A3:01** Zuordnung der Box zu Maschine #1 (Backbord) oder Maschine #2 (Steuerbord). Falls nur eine Maschine vorhanden ist, muss 01 eingestellt werden. A3=00 macht ein Bugstrahlruder, A3=03 ist ein Heckstrahlruder mit Motor und Kupplung
- A4:05** a) Gas-Pause ab Beginn des Einkuppelns, vor dem Beschleunigen
b) mit Trollingventil: Länge des Start-Impulses [Einheit = 125 ms], Zeitdauer ab Beginn Einkuppeln. Ein kleinerer Wert ermöglicht schnelleres Schalten. Gross genug wählen, damit beim Umschalten von voll Voraus auf Rückwärts ein genügend langes Abbremsen der Welle vor dem vollen Einkuppeln erfolgt.
- A5:16** (01...31) Kupplungsdruck des Start-Impulses bei vorhandenem Trolling Valve. Der Wert ist zu verkleinern, wenn beim Kuppeln ein Ruck erfolgt. Jedoch so gross wie möglich wählen, damit beim Umschalten aus voller Fahrt ein genügend starkes Abbremsen der Welle vor dem vollen Einkuppeln erfolgt.
- A6:12** **Boxtyp-3+4:** Kleinster Kupplungsdruck im Trolling-Modus. Welle soll sich langsam drehen, bei Gashebel in der Vor- oder Rückwärts-Raste.
Mit A6=00 wird sanft aber voll eingekuppelt, und es gibt keinen Trolling-Bereich für die Kupplung.
Boxtyp-5: Leerlaufschub

- A7:64** (25...64) Dient zur Anpassung des vollen Gashebelweges an die volle Motorleistung. A7 reduzieren, sodass bei vollem Hebelweg im Normal-Mode gerade die volle Leistung erreicht wird. Limiten gemäss Seiten 2,3 beachten.
- A8:00** (0...31) Drehzahl-Zugabe vor dem Einkuppeln (Rev-Up). Bedingungen von A1* und A2* unten beachten!
Im WARMLAUF-Modus erfolgt keine Drehzahlzugabe.
- A9:10?** -- "Schalter" für die Eingabe der zweiten Gruppe von Parametern. Mit A9=00 werden die Parameter A0* .. bis A8* angezeigt, ansonsten A0 bis A8.
-- auf zweimotorigen Schiffen mit nur Bugstrahler: A9 bestimmt die fixe Drehzahldifferenz, wenn seitwärts Schub im Joystick-, Hover- oder SLIDE Mode verlangt wird.
-- auf zweimotorigen Schiffen mit unabhängigen Rudern (AA:02): A9 bestimmt die proportionale Drehzahldifferenz, für seitwärts Schub im Joystick-, Hover- oder SLIDE Mode.
- AA:01** AA:01 = Normalfall
AA:02 = "split rudder".. für zwei unabhängig gesteuerte Schubantriebe (Heck- oder Podantriebe oder Tunnelruder).
- A_:06** "A_" definiert die Stärke des longitudinalen Schubes im Hover, Speed und Anker Mode. Zu hohe Werte führen zum vor- und rückwärts pendeln.
- Ac:00** Muss Null sein
- A-:00** Damit wird der NMEA0183-Daten- ausgang der FADEC-Box definiert.
A- =00 .. Testdaten
A- =01 .. pulsierender Schub im Hover- oder Anker-Mode möglich
A- =02 .. HDM und VHW out (8 Hz)
A- =03 .. VHW out (8 Hz)
A- =04 .. simulierter Kompass
A- =05 .. CAN-Bus Isolator aktiv
A- =06 .. pulsier. Schub möglich
A- =07 .. CAN-Bus Isolator aktiv und pulsierender Schub möglich

Non-standard Speed-Limite für den SLOW Mode bestellen: wird auf ROM Adresse 0007 geschrieben, z.B. 64h für 10 kn (Standard = 5 kn).

Zweite Parameter-Gruppe: Die Parameter A0* ... A8* werden angezeigt, wenn zuvor A9=00 gesetzt wurde. Das Stern-Symbol (*) erscheint **nicht** auf dem Display!



- A0*:00** wird nicht verwendet
- A1*:01** siehe Tabelle für Rev-Up
- A2*:00** Mit Trolling-Valve ist A2* immer 01.
- A3*:00** muss 00 sein.
- A4*:01** Mit A4*=00 ist der SLOW-Mode gesperrt. Mit 01 kann er mit der THR-Taste oder automatisch gewählt werden.
- A5*:00** muss 00 sein.
- A6*:02** 0..3 Ruder-Unterstützung mittels differentiellen Schub auf zweimotorigen Schiffen, im Speed, Joystick, Hover oder Anker Mode).
Zur Info: nur Schuberhöhung, keine Reduktion, wenn gleichzeitig differentieller Schub mit gespreizten Rudern für lateralen Schub verlangt wird.
- A7*:00** A7*=01 für Doppel-Schrauben mit Taktor- (Front-) Antrieb.
- A8*:02** 00..06 Joystick Throttle Gain. Stellt den maximalen longitudinalen Joystick-Schub ein, entsprechend einer Gashebel-Stellung von 31% bis 97%. Der Bereich kann mit der Schub-Anzeige kontrolliert werden.

Rev-Up:
Drehzahl-Erhöhung vor dem Einkuppeln
Die Parameter A8 sowie A1* und A2* bestimmen das REV-Up Verhalten.

A1*=01 und A2*=01
Rev-Up erfolgt nur im SLOW-Mode gemäss A8

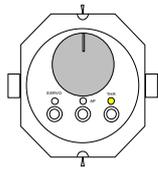
A1*=00 und A2*=01
Rev-Up gemäss A8, nicht nur im SLOW-Mode.

A1*=01 und A2*=00
Rev-Up gemäss A8.

A1*=00 und A2*=00
Rev-Up gemäss A8. Die Drehzahlzugabe wird nach dem Einkuppeln wieder abgebaut

Fahrhebel-Funktionen

Aktivieren der Fahrhebel-Station



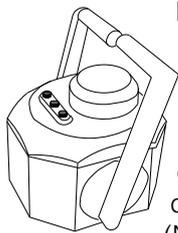
Ein kurzer Druck auf die THR-Taste aktiviert den (oder die) Fahrhebel. Die Maschine reagiert darauf sofort, entsprechend der Fahrhebelstellung, und die THR-LED (Fahrhebel-Diode, rechts) beginnt zu leuchten.



Die Fahrhebel-Funktion wird unabhängig von der Funktion des FBW-Steuerrades aktiviert. Das FBW-Steuerrad wird mit der SERVO-Taste aktiviert.

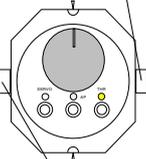
Der vor der Übernahme an einer anderen Station vorhandene Fahrhebel-Betriebsmodus wird beibehalten. War zum Beispiel der linke Motor im Warmlauf-Modus und der rechte in Vorwärts-Fahrt, dann bleibt derselbe Zustand erhalten, sofern nicht die Fahrhebelstellung an der neuen Station etwas anderes bestimmt.

Zweimotorige Station



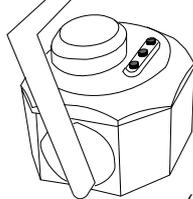
Der Status der linken Maschine (Nummer 1) wird durch die linke Diode (SERVO-LED) angezeigt, der Status der rechten Maschine (Nummer 2) wird durch die AP-Diode angezeigt.

Maschine #2

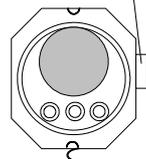


Maschine #1

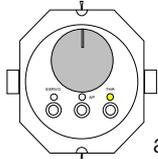
Einmotorige Station



Der Status der Maschine wird durch die linke Diode (SERVO-LED) angezeigt, egal an welcher Seite der (einzige) Fahrhebel montiert ist.



Neutral, Voraus und Rückwärts



Die Fahrhebel haben eine gut spürbare Raste auf *Neutral*, *Voraus* und *Rückwärts*. Bei Bewegung des Hebels bis zur Raste wird ein- oder ausgekuppelt, darüber hinaus wird die Maschine beschleunigt.

Der Schaltvorgang wird durch eine flackernde Leuchtdiode der jeweiligen Maschine angezeigt. Das Beenden des Schaltvorganges wird mit einem kurzen Signalton quittiert. Falls gewünscht, kann eine automatische Drehzahl-erhöhung vor dem Einlegen des Ganges oder eine drehzahlabhängige Schaltpause im Setup programmiert werden.

WARMLAUF-Modus

In den WARMLAUF-Modus gelangt man von NEUTRAL, indem man die THR-Taste gedrückt hält und dabei den Fahrhebel mindestens bis zur *Voraus-Raste* nach vorne schiebt. Dann wird die THR-Taste losgelassen. Hiermit wird auch die Motor-Elektronik (Zündung) aktiviert, falls sie über die FADEC-Box verkabelt ist. Dasselbe kann für die zweite Maschine wiederholt werden.

Der WARMLAUF-Modus wird durch regelmäßige Doppelblitze der entsprechenden Diode angezeigt (Maschine #1 oder #2). Mit dem Fahrhebel kann die Motordrehzahl geregelt werden, die Schaltung bleibt auf NEUTRAL.

Zum Beenden des WARMLAUF-Modus wird der Fahrhebel auf NEUTRAL gezogen.

Starter-Sperre

Die FADEC-Box erlaubt das Anlassen des Motors nur in NEUTRAL od. im WARMLAUF-Modus. Der Starterknopf (Schüssel) muss dazu über die FADEC-Box verdrahtet werden.

Stop-Modus

Der STOP-Modus erlaubt das Abschalten der Maschine von jeder FBW-Station.

Zum Abschalten wird der Fahrhebel bei gedrückter THR-Taste von NEUTRAL auf RÜCKWÄRTS gezogen. Das bewirkt eine Unterbrechung des Stromes zur Motorsteuerung (Zündung).

Zum Verlassen des STOP-Modus wird der Fahrhebel auf Neutral geschoben.

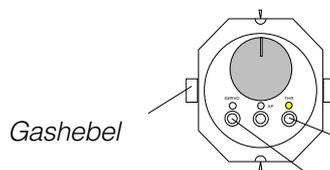
Starten über Fahrhebel-Station

Die FADEC-Box gestattet den Starter-Knopf zu duplizieren (je nach Version, siehe individuelles Anschluss-Schema!).

Zuerst Warmlauf-Modus wählen. Wenn die Maschine anläuft werden die Tasten losgelassen und die Motordrehzahl wird mit dem Fahrhebel geregelt:

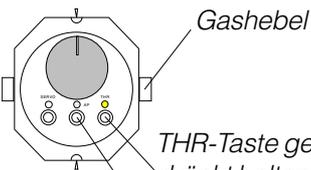
Der Motorstart ist nur aus dem WARMLAUF-Modus möglich ...

Starten von Maschine #1



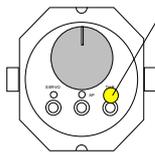
THR-Taste gedrückt halten, dann die SERVO-Taste drücken

Starten von Maschine #2



THR-Taste gedrückt halten, dann die AP-Taste drücken

FADEC Slow Mode



Wechsel in den Slow-Mode: Die THR-Taste dient zum Ein- und Ausschalten des SLOW-Mode. Dazu müssen die Maschinen auf Neutral oder im Warmlaufmodus sein. Dann wird die THR-Taste zwei Sekunden lang gedrückt, bis die THR-Diode zu blinken beginnt. Im Joystick- oder Hover- oder Anker- und Speed-Mode erfolgt der Wechsel automatisch.

FADEC im Slow-Mode: falls ein Trolling Ventil vorhanden ist kann der Schub besonders fein dosiert werden.

Autopilot im Slow-Mode: das Schiff kann im Stillstand gesteuert (gedreht) und auch seitlich verschoben werden. Bug- und Heckstrahler werden automatisch benützt, so vorhanden. Im Falle von zwei steuerbaren Antrieben werden diese bei Bedarf entgegengesetzt geschaltet und individuell gesteuert (nur unter 5kn).

FADEC Fehler-Code

"FAIL"-Codes werden in der FADEC-Box produziert. Das ist besonders nützlich während der Installation und ersten Inbetriebnahme.

Das Ablesen des FAIL-Codes erfolgt mit der Funktion "F0", welche auf dem AP-Display entweder automatisch erscheint, oder nach längerem Drücken der OFF-Taste sichtbar wird. Mit der rechten Taste wird die Box gewählt: P.1=Drivebox1, P.2=Drivebox2, F.1=Fadecbox1, F.2=Fadecbox2.

Zum Beispiel bedeutet der Code F2:08 dass es ein Problem mit dem Sensor des Schalt-Aktuators an der Steuerbord-Maschine gibt.

Die FAIL-Codes gehen verloren, wenn der Strom zur Box ausgeschaltet wird.

FAIL-Codes die nicht auf der Liste stehen stellen keinen Fehler dar und sind zu ignorieren (zum Beispiel Nummer 33).

"OFF" steht hier für ABSCHALTUNG der FADEC-Box:

Code Fehlerursache

- 01 OFF wegen Überstrom
- 02 OFF wegen Übertemperatur der Box
- 04 OFF Sicherung an der Box hat ausgelöst
- 05 INFO: Spannung tief
- 06 OFF wegen zu niedriger Gate-Spannung
- 09 INFO: Setup-Daten neu eingeben!
- 10 INFO: dblvlt spät (> 18 V)
- 13 OFF 65A Stromlimite überschritten
- 14 OFF wegen Fahrhebel- od. Joystick-Fehler
- 15 OFF 15A (4s) Überstrom-Limite überschritt.
- 17 OFF Überschreitung der 30A-Limite
- 20 OFF AP-Drivebox-Fehler in Joystick- oder Hover-Mode
- 22 Hover OFF wegen Verschiebung >0,1 NM
- 23 Hover-Mode OFF wegen fehlender Daten von Kompass, Kreisel oder GPS
- 24 Speed-Mode OFF, da Speed-Daten fehlen
- 25 Hover- oder Joystick-Mode OFF wegen Fehler in der *Slave* FADEC-Box
- 26 INFO: Zugangscode für Joystick oder Hover-Mode erforderlich
- 27 INFO: Hover-Mode nicht verfügbar wegen fehlender GLL-Daten
- 28 Hover OFF: Verlust von Master FADEC
- 29 INFO: zu schwache Kurskontrolle (mit Thruster o. Maschine) im Anker- o. MOB-Mode
- 31 INFO: Neustart von FADEC-Box aus unbekanntem Gründen

Fehlerbehandlung

Durch neuerliches Drücken der THR-Taste wird die Box nach einem "OFF" neu gestartet (nur bei Fehler 13 ist ausserdem der Strom zur FADEC-Box aus- und wieder einzuschalten).

Fehlercodes sollten notiert werden, um der Ursache so bald wie möglich auf den Grund gehen zu können.