



eNitro

Controlled Glow Ignition

Bedienungsanleitung



Lieferumfang

- eNitro - Controlled Glow Ignition
- Befestigungsklammer
- 2 Servopatchkabel 25 cm, für Empfangskanal und Telemetrie
- 1 Temperatursensor mTemp, 80 cm Kabel
- Glühakkuanschlusskabel mit MPX-M6-Stecker
- Anschlusskabel zum Motor mit Ringkabelschuh und Anschlussklemme für den Glühkerzenstift
- 3 Silikon-Isolierscheiben, Ersatz-Madenschraube
- Kurzanleitung

Als Zubehör sind der Drehzahlsensor uRPM und einzelne Temperatursensoren (mTemp) erhältlich.

Eigenschaften

- Niedriger Leerlauf und bessere Gasannahme
- Gute Laufkultur ohne Nitromethan
- Bequemes Anlassen ohne Kerzenklemme
- Glühtemperatur wird vom Sender aus gesteuert
- Sekundenschnelles Freiglühen bei „abgesoffener“ Kerze
- Ethanol als Treibstoff möglich: Verbrauchsreduktion, leicht erhältlich, ungiftig, preisgünstig
- Akustische und optische Anzeige
- Warnt bei Kerzenkurzschluss, schlechtem Kerzenkontakt und fehlendem Glühakku
- Modellfinderfunktion mittels Piepser
- Umfangreiche Telemetrie
 - Statusinfo/Warnungen
 - Glühwendeltemperatur
 - Zylinderkopftemperatur
 - Glühakku: Spannung und Innenwiderstand
 - Verbrauchte Glühakku-Kapazität
 - Anteile elektrischer Heizleistung zu Verbrennungswärme
 - Warnung bei Motorabsteller
 - Netto-Motorbetriebszeit am Sender messbar
 - Drehzahl und Umdrehungszähler (mit Zubehör Sensor uRPM)
 - Elektroniktemperatur
- Glühakku: 1S oder 2S: LiIo, LiFe oder LiPo, kann zugleich die Empfangsanlage versorgen
- Glühkerzennennspannung: 1,5 V
- Maße: 37,5 x 13 x 18 mm, Gewicht: 7g
- Stromaufnahme: < 15 mAh
- Praktische Montageklammer im Lieferumfang
- *Engineered in Austria — Made in Austria*

Einbau und Verkabelung

Die Verbindungsleitungen des Glühreglers sollten möglichst kurz gehalten und nicht in der Nähe der Empfangsantennen verlegt werden. Die Montage im unmittelbaren Motorenbereich sollte wegen der hohen Vibrations- und Temperaturbelastung vermieden werden.

Im Lieferumfang ist eine Befestigungsklammer zum Aufkleben im Modell (z.B. mit Sekundenkleber) enthalten. In der Halterung sind Öffnungen für Piepser bzw. LED vorgesehen. Bringt man im Rumpf an der entsprechenden Stelle eine Öffnung an, ist durch diese wahlweise der Piepser zu hören oder die LED ist von außen sichtbar. Der Betriebsstatus ist auch per Telemetrie am Sender ablesbar.

Empfängeranschluss

Der Anschluss am Empfänger erfolgt an einem Empfängerkanal (Abb. 1). Dieser Kanal bestimmt die Solltemperatur für die elektrische Beheizung der Glühwendel. Wird die Übertragung der Telemetriedaten gewünscht, ist ein zweites Kabel zum Telemetrieanschluss des Empfängers vorgesehen.

Durch Servo- und/oder Telemetrikabel wird die Elektronik von eNitro mit Strom versorgt (Stromaufnahme < 15 mA).

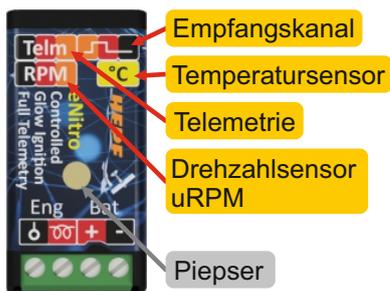


Abbildung 1: Empfänger- und Sensoranschlüsse.
Piepser: Oberseite, LED: Unterseite

Temperatursensor

Der Temperatursensor mTemp ist für Temperaturen bis zu 250°C geeignet. Er wird an den Anschluss mit der Kennzeichnung [°C] in beliebiger Polung angeschlossen.

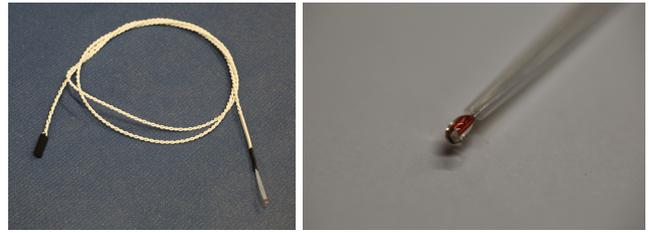


Abbildung 2: Temperatursensor mTemp. Die kleine Kugel ist der eigentliche Sensor.

Zur Montage am Zylinderkopf wird der Sensor mit Hochtemperatursilikon zwischen zwei Kühlrippen eingeklebt. Die kleine Kugel am Kabelende stellt den eigentlichen Sensor dar. Dieser kann tief in der Kühlverrippung und damit unmittelbar an der Zylinderwand, z.B. hinter dem Abgasauslass platziert werden. Dies gewährleistet einen guten Wärmeübergang zwischen Motor und Sensor und schützt den Sensor vor Motorvibrationen.

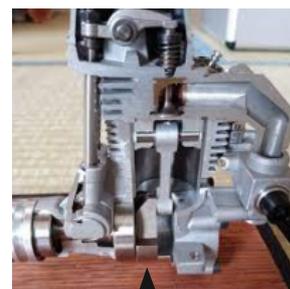
Für den Sensor mTemp wird im PC-Konfigurationsprogramm *n-Typ* als Sensortyp eingestellt.

Drehzahlsensor uRPM

Der Drehzahlsensor uRPM (als Zubehör erhältlich) wird an den Anschluss "RPM" (*Rounds per Minute*, Umdrehungen pro Minute) angeschlossen.



Der Sensor wird in der Drehebene der Kurbelwange auf das Kurbelgehäuse des Motors geklebt. Die Kurbelwange ist der Teil der Kurbelwelle, der als Gegengewicht zu Kolben und Pleuel dient.



Mitte der Kurbelwange

Dabei muss die kleine schwarze Fläche am Sensorgehäuse direkt auf dem Motorgehäuse sitzen. Deren Zentrum stellt den Messpunkt des Sensors dar. Die Entfernung von Sensorunterseite zum Außenumfang der Kurbelwange im Motorinneren darf maximal 3 mm betragen. Bei höherem Abstand (Dicke der Gehäusewand) kann der Sensor die Bewegung der Kurbelwelle nicht mehr oder nur noch unzuverlässig detektieren.

Positionierung des Sensors am Motor:

- Sensor anschließen und Spannungsversorgung (per Empfänger) einschalten
- Sensor auf dem Motorgehäuse entlang der Kurbelwellenachse so verschieben, bis die LED von eNitro beim Drehen der Kurbelwelle blau blinkt.
- Markieren der vorderen Position in der das Blinken aufhört. Diese Position liegt geringfügig vor der vorderen Umfangskante der Kurbelwange.
- Den Sensor von dieser Position so weit nach hinten versetzen, dass sich sein Messpunkt über der Mitte der Kurbelwange befindet.
- Den Sensor mit Hochtemperatursilikon in dieser Position auf das Kurbelgehäuse kleben. Silikon lässt sich mittels Silikonentferner oder Aceton wieder vom Motorgehäuse entfernen.
- Kurbelwelle langsam um genau eine Umdrehung drehen und dabei zählen, wie oft die blaue LED aufblitzt. Falls ungleich vier, muss die Zahl im Konfigurationsprogramm eingetragen werden.
- Maximaltemperatur des uRPM: 150 °C.

Die korrekte Position des Sensors nicht bei laufendem Motor suchen! Gefahr!

Der RPM-Sensor misst neben der Drehzahl auch die Anzahl an Umdrehungen des Motors. Pro Umdrehung wird im Schnitt eine bestimmte Menge an Treibstoff verbraucht. So kann die verbrauchte Treibstoffmenge abgeschätzt werden.

Motor- und Glühkerzenanschluss

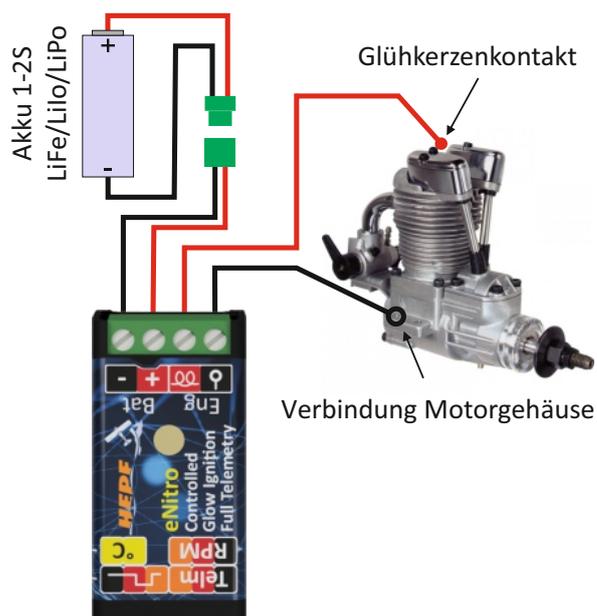


Abbildung 3: Anschluss- und Einbauschema

Die zum Anschluss nötigen Kabel liegen bei. Das Anschlusskabel für den Akku ist mit einem grünen MPX-M6-Stecker versehen. Achtung, korrekt anschließen! Eine verpolteter Anschluss dieses Kabels an eNitro führt zur Zerstörung der Elektronik!

Am **Motorgehäuse** erfolgt der **Anschluss** mit einem Ring-Kabelschuh, der einen direkten elektrischen Kontakt zum Aluminiumgehäuse des Motors besitzen muss. Eventuell das Motorgehäuse an dieser Stelle zuvor gründlich reinigen oder vorsichtig anschleifen.

Es sind alle Anschlusspunkte am Motor geeignet, von denen aus eine Verbindung zum Glühkerzenkörper über Aluminiumteile und ohne zwischenliegende Dichtungen oder Dichtmassen führt.

Auf dem **Anschlussstift der Glühkerze** wird das Anschlusskabel mit Hilfe einer Schraubklemme befestigt (1,5-mm-Inbus-Schlüssel). Vorher wird auf den Anschlussstift der Glühkerze eine der beiliegenden isolierenden Silikon-Unterlegscheiben geschoben. Es empfiehlt sich, die Anschlussklemme beim Anziehen der Madenschraube mit einer Spitzzange festzuhalten, um den Stift nicht zu verbiegen. Sonst kann die Abdichtung im Glühkerzenkörper beschädigt werden.

Für eine zuverlässige Funktion müssen die die mechanischen Verbindungen mit der Glühkerze und dem Motorgehäuse sorgfältig ausgeführt werden. Federkontaktschuhe oder Krokodilklemmen eignen sich wegen ih-

res schwachen Kontaktes und Vibrationsempfindlichkeit nicht!

Kurzschlussgefahr! Das Motorgehäuse darf nur an eNitro angeschlossen werden und keinen sonstigen elektrischen Kontakt mit dem Fernsteuersystem haben, da es sonst zu hohen Kurzschlussströmen aus dem Glühakku kommen kann. Es darf **keinesfalls** Kontakt zwischen **Motorgehäuse** und dem **Masseanschluss des Fernsteuersystems** bestehen oder hergestellt werden! Das Motorgehäuse liegt im Betrieb nicht auf Massepotential!

Für Mehrzylindermotoren ist eine spezielle Version von eNitro erforderlich (und in Planung). Keinesfalls pro Glühkerze eine Einzylinderversion verwenden! Im Gegensatz zu konventionellen On-Board-Glühungen dürfen nie mehrere Kerzen in Parallel- oder Serienschaltung betrieben werden, da dann keine Regelung für die einzelnen Kerzen möglich ist. Der Mischbetrieb von eNitro mit konventionellen Glüheinrichtungen am gleichen Motor z.B. für unterschiedliche Zylinder ist nicht möglich und unbedingt zu unterlassen. Hierbei kann es zu hohen Fehlerströmen kommen!

Glühakku

Glühakku: 1S- oder 2S-Akkus der Typen LiIo, LiFe oder LiPo. 2S-Akkus wie sie für die Empfängerstromversorgung üblich sind, eignen sich gut. In diesem Fall ist es möglich, die Empfangsanlage und die Glühkerze aus dem gleichen Akku zu speisen. Ebenso können auch getrennte Akkus verwendet werden.

Der Verbrauch liegt je nach Motor und Glühkerze im Bereich von 1000 mAh pro Stunde bei Verwendung eines 2S-Akkus.

Der Glühakku kann während kurzer Betriebspausen angesteckt bleiben, jedoch nicht dauerhaft (=tagelang). Er entlädt sich in angestecktem Zustand bei ausgeschalteter Empfangsanlage mit unter 1 mA. Von der Verwendung eines mechanischen Schalters wird wegen der hohen erforderlichen Stromfestigkeit abgeraten.

Wichtig: Eichen der Glühkerze

Damit eNitro die Glühkerze korrekt temperieren kann, muss sie zuerst elektrisch vermessen werden. Dieser

Vorgang ist von grundlegender Bedeutung für die einwandfreie Funktion von eNitro!

Der Eichvorgang *mus*s nach dem Einbau und bei allen Änderungen auf der Motoranschlussseite durchgeführt werden. Beispielsweise nach Arbeiten an der Verkabelung oder Tausch der Glühkerze.

Unter Umständen (laut Tabelle 2) fordert eNitro im Betrieb eine erneute Eichung. Diese erfolgt automatisch beim nächsten Einschalten. Bitte achten Sie darauf, dass der Motor während der Eichung abgekühlt ist.

Voraussetzungen für die korrekte Eichung:

- Sorgfältige Verkabelung von Motorgehäuse und Glühkerze,
- geladener Glühakku,
- Motor und Glühkerze besitzen annähernd Raumtemperatur (10-30°C). Eine Eichung unmittelbar nach einem Motorlauf wird durch die erhöhte Motortemperatur zu einer fehlerhaften Messung führen.

Eichvorgang starten: Glühakku nach Einschalten des Empfängers anschließen.

Wird der Glühakku dagegen schon vor Einschalten des Empfängers oder gleichzeitig angeschlossen, werden die **Messdaten des letzten Eichprozesses** verwendet.

Der Eichprozess läuft innerhalb weniger Sekunden automatisch ab. Währenddessen wird das Signal *Eichung läuft* laut Tabelle 2 angezeigt. Im Laufe der Eichung wird die Glühkerze kurz zum Glühen gebracht.

Da Glühkerzen altern, sollte die Eichung zumindest einmal jährlich bei Saisonstart erneut ausgeführt werden.

Vorsicht! *Stellen Sie sicher, dass bei einer durch die glühende Glühwendel möglichen spontanen Zündung und Anlaufen des Motors während des Eichprozesses keine Gefahr durch den drehenden Motor/Propeller besteht. Schließen Sie die Vergaserdrossel vollständig, treffen Sie entsprechende Vorkehrungen zu Ihrer eigenen Sicherheit und sorgen Sie dafür, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich des Propellers aufhalten!*

Fernsteuerung der Glühtemperatur

eNitro wird nach Abb. 1 auf Seite 2 wie ein Servo an einen Empfängerkanal angeschlossen. Dieser Kanal steuert die Solltemperatur der Glühwendel:

Tabelle 1: Pulslänge und Glühwendeltemperatur

Pulsdauer [μs]	Auswirkung
kein Puls, < 680 μs	Glühung aus nach ca. 5 s
680 - 1050 μs	unbeheizt
1050 - 2000 μs	Glühwendel: 250-1000°C
> 2000 μs	1000°C

Viele Fernsteuersysteme verwenden statt der Pulslänge eine prozentuale Angabe, wobei der kleinste (negative) Wert ca. 1000 μs und der Maximalwert (positiv) 2000 μs entsprechen. Bei Jeti, HoTT, PowerBox und Spektrum -150% bis 150%, bei EdgeTx und OpenTx: -100% (-150%) bis 100% (150%), bei Multiplex -110% bis 110%, bei anderen sinngemäß.

Bei ungültiger Pulsdauer (z.B. durch Ausfall der Fernsteueranlage) wird die zuletzt gewünschte Glühtemperatur noch einige Sekunden gehalten. Danach wird die Glühfunktion zur Brandvermeidung abgeschaltet, da es sich um einen Absturz handeln könnte. Stellen Sie für den **FailSafe-Fall** die Fernsteueranlage so ein, dass der Impuls auf dem Empfängerkanal für eNitro abgeschaltet wird. **Modellfinderfunktion:** Der Piepser gibt dann ein akustisches Suchhilfesignal.

Die angegebenen Temperaturbereiche gelten für übliche Glühkerzen mit einer Nennspannung von 1,5 V und einer Nenntemperatur von 1000°C. Die per Telemetrie angezeigten Temperaturen verstehen sich als ungefähre Orientierungswerte.

Zündungsschalter am Sender: Einfache Version für volle Glühtemperatur

Die einfachste Variante, die Glühtemperatur der Kerze zu steuern, ist ein Schalter am Sender. Der Schalter wird so programmiert, dass er den Servokanal an dem eNitro am Empfänger angeschlossen ist in seine beiden Endstellungen bringt (siehe Tabelle 1). Mit diesem Schalter kann man daher die Zündung vom Sender ein- oder ausschalten wie man es auch von Benzinmotoren kennt. Beachten Sie, dass nur die elektrische Beheizung der Kerze, nicht aber deren Beheizung durch die Verbrennung im Motor ausgeschaltet werden kann.

Tuning: Drehzahlabhängige Glühtemperatur

Weitere Einflussmöglichkeiten, insbesondere für einen noch niedrigeren Leerlauf bietet die Steuerung der Glühkerzentemperatur durch die Motordrehzahl oder die Gasknüppelstellung mittels einer Steuerkurve, die im Sender programmiert wird. Beispiele finden sich ab Seite 11.

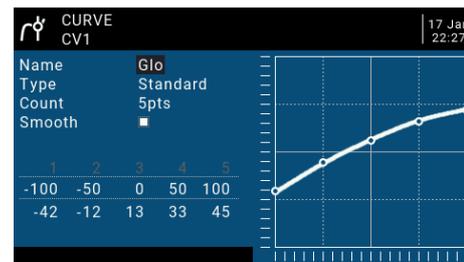


Abbildung 4: 5-Punkt-Mischerkurve. Unten: Gashebelstellung, links: Glühtemperatur

Da eNitro an einem eigenen Empfangskanal betrieben wird, kann man den Kurvenmischer in programmierbaren Sendern per Schalter übersteuern. Soll die Glühung ausgeschaltet sein, muss ein PWM-Signal mit der kürzesten Pulsdauer am Servoausgang des Empfängers ausgegeben werden (FrSky/EdgeTx: -100% bzw. 988 μs , MPX: -110%, Jeti, SJ Hott, Spektrum, PowerBox: -150%). Einschalten andererseits mit dem Maximum.

Komfort: Dreistufiger Zündwahlschalter

Motor aus Glühung aus, Drosselklüken geschlossen. Kann zugleich den Telemetriewert für die Umdrehungszahl des Motors rücksetzen zur **Abschätzung des verbrauchten Tankinhalts**. Beispiel für Sender-Ansage: „Motor aus“.

Zündung aus Glühung aus, Drosselklüken wird vom Gasknüppel gesteuert. Zum Ansaugen vor dem Anlassen wird das Drosselklüken geöffnet. Dient auch zum Test, wie der Motor sich bei abgeschalteter Glühregelung verhält. Beispiel für Sender-Ansage: „Zündung aus“.

Zündung ein Glühung aktiv, Drosselklüken wird vom Gasknüppel gesteuert. Start- und Betriebsstellung des Motors. Beispiel für Sender-Ansage: „Zündung ein“.

Piepser- und LED-Signale

Tabelle 2: Fettdruck = Glühfunktion deaktiviert. Textfarbe = LED-Farbe (Warnungen: Rot).

Nr.	Situation	Signaltöne/LED
-	Einschaltmeldung	- - - - -
<i>kritische Fehlermeldungen</i>		
17	Glühakkuüberspannung	- - - - -
16	Glühkerzenkurzschluss²	- - - - -
14	Eichung notwendig²	- - - - -
<i>Eichprozess</i>		
13	Warte auf Eichungsstart	- - - - -, usw.
12	Eichung läuft	· · · · ·, usw.
<i>Fehlermeldungen</i>		
11	RC-PWM-Signal fehlt¹	- - - - ·
10	Glühakku leer	- - - - -
9	Kein Kerzenkontakt²	- - - - -
8	Schlechter Kerzenkontakt ³	- - - -
7	Glühakku fehlt	- -
6	Glühfunktion deaktiviert	- - - - -, usw.
<i>Kerzentemperatur, Motor steht</i>		
5	Glühtemperatur weiß	· · · ·
4	Glühtemperatur gelb	· · ·
3	Glühtemperatur rot	· ·
2	Glühtemperatur braun	·
1	Glühkerze kalt	kein Signal
<i>Keine Warnung aktiv, Motor läuft</i>		
0	Motor läuft ⁴	kein Signal

¹ Glühfunktion schaltet nach einigen Sekunden ab.

² Automatische Eichung beim nächsten Einschalten!

³ Auch nach Tausch kalte Kerze gegen heiße.

⁴ Glühkerze wird zu >40% per Verbrennung beheizt.

Die Nummer des aktiven Signals wird auch per Telemetrie am Sender angezeigt und kann dort eine passende Sprachmeldung aktivieren.

Treffen mehrere Bedingungen zu, wird immer diejenige angezeigt, die am weitesten oben in der Tabelle zu finden ist. Jede Signalfolge auf dem Piepser und der LED wird vor einer neuen zuerst fertig abgespielt.

- Sobald der **Motor läuft und sonst kein Fehler** vorliegt, wird kein Signal ausgegeben, da dies im Normalbetrieb eines Modells lediglich stören würde.
- Die akustische und optische Anzeige der Glühtemperatur erfolgt nur, solange der Motor nicht läuft zur **Warnung vor der eingeschalteten Zündung**.
- Im Flug kann jedes Verlassen der Meldung, „Motor läuft“, in der Telemetrieauswertung im

Sender zur Ausgabe einer Sprachmeldung oder **Warnung** verwendet werden. Ein Übergang von 0 auf eine der Temperaturmeldungen bedeutet insbesondere, **dass der Motor abgestellt hat**. Wenn mehrere Modelle in der Luft sind, bekommt man auf diese Weise frühzeitig eine Warnung bei einem Motorabsteller, auch wenn die Motorgeräusche der anderen Modelle das des eigenen überdecken.

Ist ein Drehzahlsensor angeschlossen, sollte dessen Telemetriewert für den Status „Motor läuft“ verwendet werden, da dieser bei einem Absteller praktisch ohne Verzögerung auf 0 geht und diese Information zuverlässiger ist als die auf einer Abschätzung beruhenden Anzeige des Betriebszustands 0 laut Tabelle.

- **Glühkerzenkurzschluss** oder Anschluss eines **Glühakkus mit einer Spannung von mehr als 8,6 V** führen zur Deaktivierung der Glühfunktion. Aus Sicherheitsgründen ist ein Neustart des Glühreglers nach Fehlerbeseitigung nötig.
- **Mögliche Ursachen für einen Kerzenkurzschluss** können sowohl im Inneren der Kerze als auch in der Verkabelung liegen. Bei der Montage oder Demontage der Anschlussklemme kommt es ebenfalls leicht zu einem Kurzschluss. Solche Arbeiten nur bei abgestecktem Glühakku und ausgeschalteter Empfangsanlage ausführen!
- **Wird von einer heißen auf eine kalte Kerze gewechselt, ohne neu zu eichen**, wird dies zu meist automatisch erkannt. In diesem Fall ist eine Eichung notwendig und die Glühfunktion wird vollständig abgeschaltet, um die Kerze vor Beschädigung zu schützen. Diese automatische Erkennung hat jedoch Grenzen. Vergessen Sie daher bei Kerzenwechsel oder Änderungen an der Verkabelung zu Motor oder Kerze im eigenen Interesse niemals die Eichung bei kaltem Motor!
- Eine automatische Erkennung beim **Wechsel von einer kalten auf eine heißere Kerze** ist nur bedingt möglich. In diesem Fall wird die Kerze zwar typischerweise nicht zerstört, glüht aber bestenfalls schwach und die Temperaturanzeige stimmt nicht, da auf eine andere Kerze geeicht.
- Ist der **Kontakt zur Glühkerze schlecht** (Verschmutzungen, falsche Montage, zu dünne Kabel, Glühkerze fehlerhaft,...), wird zwar eine Warnung ausgegeben, aber die Glühfunktion wird

nicht abgeschaltet, um Motorabsteller und damit drohenden Modellverlust zu vermeiden. Dennoch ist diese Warnung ernst zu nehmen. Die Verkabelung zwischen Regler und Motor/Kerze sollte genau geprüft und der Fehler beseitigt werden. In diesem Fall wird beim nächsten Einschalten allerdings nicht automatisch neu geeicht, denn:

- Ist der **Kontakt zur Glühkerze bereits bei der Eichung schlecht**, wird die Kerze vom Regler für eine sehr heiße Kerze gehalten. Im Flugbetrieb wird der Kontakt durch die Vibrationen des Motors dann fallweise wieder etwas besser werden („Wackelkontakt“). Dem Regler ist die Ursache für das seltsame Verhalten, dass er der Kerze zuschreiben muss nicht bekannt, was zu einem chaotischen Regelverhalten führen wird. Meist wird der Regler ein erneutes Eichen der Kerze einfordern (und die Glühfunktion abschalten), aber in ungünstigen Fällen kann es auch zu einem Durchschmelzen der Kerze kommen.
- Mögliche Ursachen für einen schlechten Kontakt zur Kerze sind u.a.:
 - Glühwendel defekt: Glühwendel gebrochen oder (an)geschmolzen

- Kerze defekt: Glühwendel hat im Kerzeninneren keinen Kontakt mehr am Anschlussstift
- Anschluss am Kerzenkontakt schadhaft
- Anschluss am Motorgehäuse schadhaft
- Steckverbindung zwischen Regler und Kerze/Motor nicht geschlossen
- Kabelbruch im Bereich einer Lötstelle oder Quetschverbindung

- **Fällt das Servosignal vom Empfänger aus** oder ist es ungültig, wird die Glühfunktion zunächst für einige Sekunden auf der zuletzt vorhandenen Temperatur fortgesetzt, um den Motorlauf zu garantieren. Anschließend wird sie deaktiviert. Sobald das Servosignal wieder gültige Werte aufweist, wird die Glühfunktion ohne Verzögerung wieder aktiviert.
- **Wird der Glühakku abgesteckt**, zeigt dies der Glühregler durch das entsprechende Signal an und stellt die entnommene Kapazität auf Null, da angenommen wird, dass nun ein frischer Akku angesteckt wird.

Telemetrie

Unterstützte Telemetriesysteme: Jeti EX Bus, FrSky bzw. Kavan S.Port, Graupner HOTT, Multiplex M-Link/MSB, PowerBox P²Bus. Weitere Systeme sind in Planung und kostenlos per Update nachrüstbar.

Der Wechsel zwischen den unterstützten Telemetriesystemen erfolgt per Firmware-Update am PC per Konfigurationsprogramm.

eNitro stellt auf dem Sender viele nützliche Telemetriewerte zur Verfügung, die nicht nur den laufenden Betrieb unterstützen, sondern neue Möglichkeiten für die Motoren- und Treibstoffoptimierung eröffnen:

Status, gSt laut Tabelle 2 auf Seite 6

Glühwendeltemperatur, °C, gTp Ungefähre Temperatur der Glühwendel. Die Messung erfolgt bei aktiver Glühung fortlaufend und bei inaktiver Glühung alle 5 s.

Heizleistung, mW, gPwr Die aktuell benötigte elektrische Heizleistung zur Erhaltung der gewünschten Wendeltemperatur.

Anteil el. Heizleistung, %, gPel Der Anteil der elektrischen an der gesamten Heizleistung. Bei stehendem Motor werden annähernd 100% angezeigt. Bei laufendem Motor geht der elektrische Beheizungsanteil typischerweise auf Werte unter 60% zurück, weil die Kerze zusätzlich durch die Verbrennungsvorgänge beheizt wird. Umso tröpfchenförmiger das Treibstoffgemisch, desto höher die erforderliche elektrische Beheizung. Besonders drastisch macht sich dies beim raschen Gasgeben aus dem Leerlauf bemerkbar.

Glühakku: Leerlaufspannung, V, gVBt Im Sender kann je nach eingesetztem Akkutyp eine Warnung bei leer werdendem Akku ausgegeben werden. Bei Unterschreiten folgender Spannungswerte sollte die Warnung erfolgen:

Lilo 1S: 2,9 V, 2S: 5,8 V

LiFe 1S: 2,9 V, 2S: 5,8 V

LiPo 1S: 3,3 V, 2S: 6,6 V

Glühakku: Innenwiderstand, mΩ, gBRi Dieser Wert gibt den Innenwiderstand als Qualitätsmerkmal des verwendeten Glühakkus an. Kleinere Werte sind günstiger. LiPo-Einzelnzellen erreichen Innenwiderstände von unter 20 mΩ,

LiIo-Einzelnzelle: 20-70 mΩ. Gealterte Akkus weisen einen erhöhten Wert auf. Bei LiFe ergibt die Messung des Innenwiderstands auf Grund von deren Zellenchemie prinzipbedingt einen zu niedrigen Wert, den man ignorieren sollte.

Entnommene Akkukapazität, mA h, gCap seit dem Einschalten bzw. dem Anstecken eines frischen Glühakkus.

Temperatur eNitro-Elektronik, °C, gTpE Die Temperatur der eNitro-Elektronik. Liegt diese im Betrieb um mehr als 20°C über der Umgebungstemperatur, sollte die Einbausituation verändert werden: Ist eNitro eventuell zu nah am Motor verbaut oder ist er zu stark wärmeisoliert durch Schaumstoff?

Zylinderkopftemperatur °C, TpHd Temperatur des angeschlossenen Temperatursensors. Ist kein Sensor angeschlossen, wird -273°C angezeigt, was dem unerreichbaren absoluten Temperaturnullpunkt entspricht. Der Sensortyp kann im PC-Konfigurationsprogramm umgestellt werden.

Motordrehzahl °C, RPM Bei montiertem Drehzahlsensor: Anzeige der aktuellen Drehzahl des Motors in Umdrehungen pro Minute. Der angezeigte Wert stellt einen Mittelwert dar, um Schwankungen auszugleichen. Bleibt der Motor stehen, wird dies sofort mit der Drehzahl 0 angezeigt, was zur reaktionsschnellen Warnung bei einem Motorabsteller verwendet werden kann.

Motorumdrehungen (in Tausend), RSum Bei montiertem Drehzahlsensor werden die Motorumdrehungen seit dem Einschalten von eNitro gezählt. Damit kann der ungefähre Treibstoffvorrat ermittelt werden, da pro Umdrehung im Durchschnitt eine bestimmte Treibstoffmenge benötigt wird.

Motorumdrehungen, weitere Tausend, RInc Bei montiertem Drehzahlsensor wird mit dem kurzen Erscheinen des Wertes 1 angezeigt, dass soeben weitere 1000 Umdrehungen absolviert wurden. Dazwischen bleibt der Wert auf 0. Mit Hilfe dieses Telemetriewertes können die Umdrehungen eines Motors z.B. über dessen Lebensdauer hinweg gemessen werden, wenn der Sender eine entsprechende Funktion bereitstellt (z.B. bei EdgeTx).

Telemetrie mit Graupner/SJ HoTT

Der Telemetrieanschluss von eNitro wird wie jeder andere Sensor im HoTT-System an den Anschluss 'T' des Empfängers angeschlossen. Es können im HoTT-System bis zu vier Sensoren mittels Y-Kabeln gleichzeitig angeschlossen werden. Hierbei verhält sich eNitro wie ein General Air Module (Graupner-Nr. 33611), meist als GAM oder GENERAL abgekürzt. Die angezeigten Werte haben selbstverständlich eine gegenüber dem GAM völlig andere Bedeutung.

Um die Telemetriewerte von eNitro im Sender anzuzeigen, muss im Telemetrie-Menü das *General Air Module* aktiviert und zur Anzeige ausgewählt werden (siehe Anleitung des betreffenden Senders):

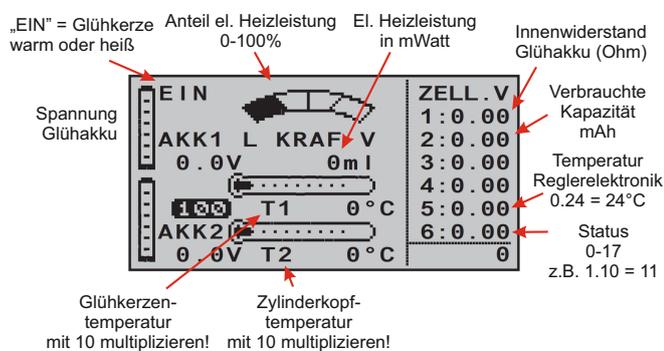


Abbildung 5: HoTT: Anzeige der verfügbaren Telemetriedaten mittels GAM-Grafikanzeige. Alarmer (invertierte Anzeige) bei Reglerstatus 7-17.

Das General Air Module von Graupner lässt sich vom Sender aus auch konfigurieren. Für die Konfiguration von eNitro ist dieser Konfigurationsdialog jedoch ungeeignet und daher deaktiviert.

Telemetrie mit Multiplex M-Link MSB

Der Multiplex-Sensor-Bus MSB für M-Link-Fernsteuersysteme erlaubt die Anzeige von 16 Sensorwerten, die auf den Plätzen 1-16 angezeigt werden. Leider sind nicht alle physikalischen Einheiten, die für die Telemetriewerte von eNitro korrekt wären für die Anzeige verfügbar. Es wird dann ersatzweise die Einheit 'ml' angezeigt.

In Tabelle 3 sind die standardmäßig angezeigten Telemetriewerte mit ihren Einheiten dargestellt. Die Zuordnung und Aktivierung von Telemetriewerten zu Adressen kann mittels des PC-Konfigurationsprogramms vorgenommen werden.

Tabelle 3: M-Link MSB: Standard-Telemetrieadressen

Nr.	Bedeutung	Alarm	Einheit
3	Status (0-17)	bei 7-17	
4	Kerzentemperatur		°C
5	el. Heizleistung		mW
6	Anteil el. Heizleistung		%
7	Glühakkuspannung		V
8	verbr. Glühakkukapazität		mA h
9	Innenwiderstand Glühakku		mΩ
10	Temperatur Glühregler		°C
11	Temperatur Zylinderkopf		°C
12	Drehzahl		min ⁻¹
13	Umdrehungen seit Start		

Telemetrie mit Jeti EX Bus

Der Telemetrieanschluss wird wie üblich an einen der E-Anschlüsse des Empfängers angesteckt. Dieser Anschluss muss für die Verwendung des EX Bus vom Sender aus eingestellt werden.

Die Telemetriewerte werden durch ihren (englischen) Namen den zugehörigen Wert und die Einheit dargestellt.

Die Konfiguration von eNitro vom Sender aus wird nicht unterstützt. Hierzu steht unser PC-Konfigurationsprogramm zur Verfügung.

Die älteren Jeti-Telemetriesysteme Jeti EX und die Jeti Telemetrie über JetiBox werden auf Grund von deren geringerer Übertragungsgeschwindigkeit nicht unterstützt.

Telemetrie mit Futaba

Kostenloses Update in Vorbereitung.

Telemetrie mit Spektrum: SRXL2

Kostenloses Update in Vorbereitung.

Telemetrie mit PowerBox: P2Bus

Der Telemetrieanschluss von eNitro wird wie bei jedem PowerBox-Telemetriesensor mit dem Bus-Anschluss am Empfänger verbunden.

Das Anlegen von Anzeigekacheln auf dem Bildschirm erfolgt wie üblich im System von Powerbox.

Telemetrie mit FrSky/Kavan: S.Port

Der Telemetrieanschluss von eNitro wird wie bei jedem FrSky-Telemetriesensor mit dem S.Port-Anschluss am Empfänger verbunden. Es können wie üblich weitere Sensoren angeschlossen werden. Versuchen Sie stets die Gesamtlänge aller Telemetrikabel möglichst kurz zu halten, damit die konstruktiv bedingt kurze Signalansteigszeit auf dem S.Port-Bus nicht zu Problemen führt. Im Gegensatz zu gängigen S.Port-Sensoren filtert eNitro

das Signal am S.Port, bevor es den Sensor verlässt, was Störungen von vornherein vermeidet.

Telemetriewerte und -IDs

Im Companion von EdgeTx werden die Telemetrie-IDs dargestellt, wie beispielhaft in nachfolgender Abbildung zu sehen. Dort wurden auch die Sensornamen vergeben wie auf Seite 8 vorgeschlagen.

TELE4	gSt	Custom	Id	52FF	Instance	20	Raw (-)	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE5	gTp	Custom	Id	0D10	Instance	20	°C	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE6	gPwr	Custom	Id	5102	Instance	20	mW	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE7	gPel	Custom	Id	5108	Instance	20	%	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE8	gVbt	Custom	Id	0210	Instance	20	V	Precision	0.00	Ratio	0,0	Offset	0,00	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE9	gBRi	Custom	Id	5101	Instance	20	Raw (-)	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE10	gCap	Custom	Id	5103	Instance	20	mAh	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE11	gTpE	Custom	Id	0400	Instance	20	°C	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE12	gTHd	Custom	Id	0410	Instance	20	°C	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE13	RPM	Custom	Id	0500	Instance	20	rpms	Precision	0.	Blades	1	Multiplier	1	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE14	RSum	Custom	Id	0508	Instance	20	Raw (-)	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input checked="" type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input checked="" type="checkbox"/> Logs
TELE15	RInc	Custom	Id	0509	Instance	20	Raw (-)	Precision	0.	Ratio	0,0	Offset	0	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input type="checkbox"/> Logs
TELE16	RTH	Calculated	Totalize	Sensor : RInc ()	Raw (-)	Precision	0.	<input type="checkbox"/> Auto Offsel	<input type="checkbox"/> Filter	<input checked="" type="checkbox"/> Persistent	<input type="checkbox"/> Positive	<input type="checkbox"/> Logs						

Abbildung 6: EdgeTx: Telemetrie-IDs, wie sie im EdgeTx-Companion angezeigt werden.

Programmierbeispiele

Programmierbeispiel: EdgeTx und OpenTx

Als Empfängerkanal für die Kerzenwuschtemperatur wird in diesem Beispiel Kanal 6 verwendet. Der Kanal erhält dem Namen „Glow“. Alle Outputs-Einstellungen bleiben auf ihren Grundeinstellungen wie in Abb. 7 zu sehen.



Abbildung 7: Output-Einstellungen für Empfängerkanal 6, an dem eNitro angeschlossen ist: Alle Werte werden in der Grundeinstellung belassen.

Nun werden für diesen Kanal die Mixer-Zeilen eingestellt. Eine Möglichkeit für Sender, die über den 6-Stellung-Schalter bzw. das 6-fache Tastenfeld verfügen (z.B. FrSky X10(s) und X12s, Radiomaster TX16,...) ist in Abb. 8 dargestellt.

```
CH6:Glow      MAX Weight(-100%) NoTrim [off]
              := I4:Thr Weight(+100%) Switch(6P_6) NoTrim Curve(CV1:Glo) [Glow]
              := I5:Tmp Weight(+100%) Switch(6P_5) [Start]
```

Abbildung 8: Mixes-Einstellungen für Empfängerkanal 6, an dem eNitro angeschlossen ist. Erste Zeile: Glühkerze nicht beheizen, Zweite Zeile: Glühkerzentemperatur folgt kurvengesteuert der Gasstellung, Dritte Zeile: Kerzentemperatur wird durch einen Input gesteuert.

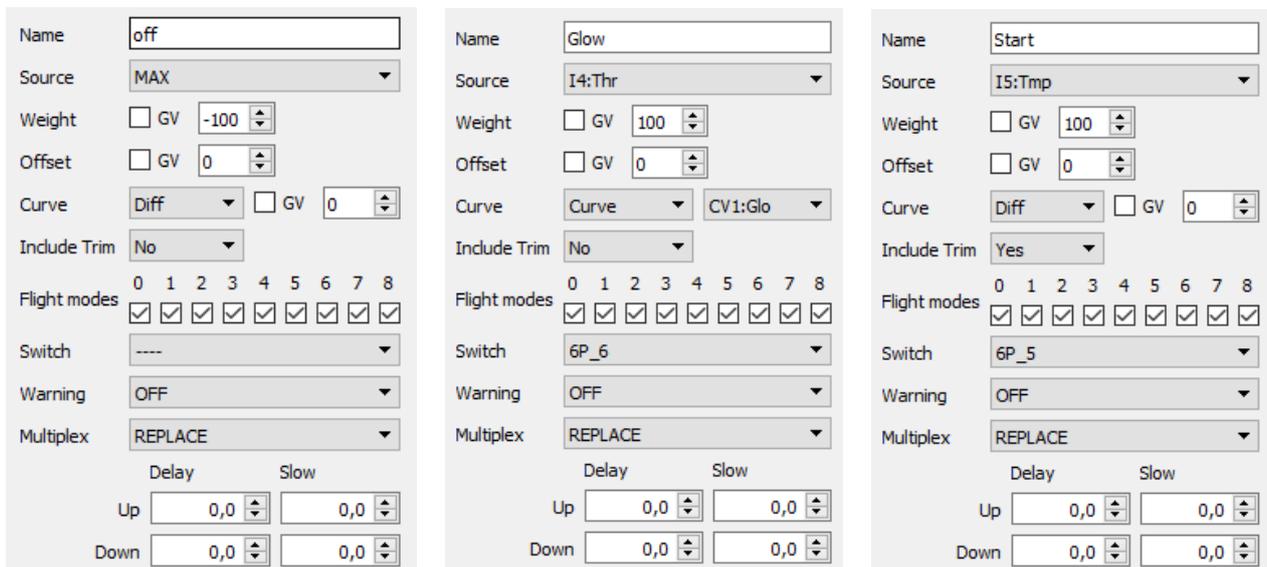


Abbildung 9: Details der drei Zeilen aus Abb. 8. Der Input I5:Tmp wird vom Drehgeber S1 gesteuert.

Der 6-Stufen-Schalter übernimmt die Funktion eines vierstufigen Zündwahlschalters wie auf Seite 12 beschrieben. Die Stellungen 2 und 3 sind hierbei funktionsgleich mit der Stellung 4. Die Detailsinstellungen für die Mixerzeilen finden sich in Abbildung 9.

In Mix-Zeile 2 wird eine Kurve mit dem Namen CV1:Glo verwendet. Diese Kurve ist im Abschnitt Curves des Companions definiert (Abb. 10).

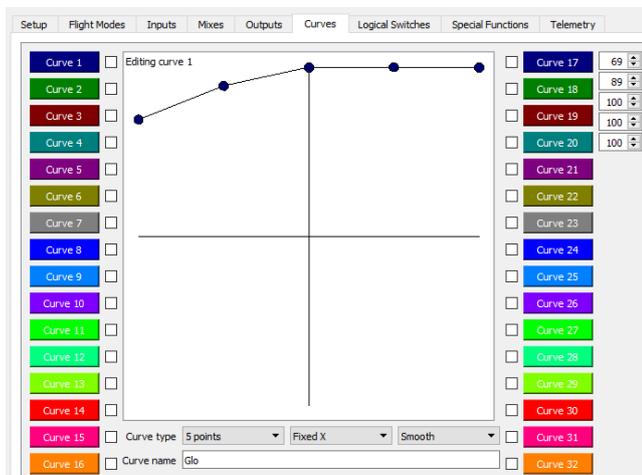


Abbildung 10: Kurve zur Steuerung der Kerzentemperatur entsprechend der Gashebelstellung. Diese Motor/Kerzenkombination verwendet auch im Leerlaufbereich bereits relativ hohe Kerzentemperaturen.

Vierstufiger Zündungswahlschalter

Ist ein vierstufiger Schalter vorhanden, kann für die variable Glühintensität auch eine vierte Schalterstellung verwendet werden:

Motor aus Glühung aus, Drosselklüken geschlossen, Count-Down-Timer rücksetzen, Beispiel für Sender-Ansage: „Motor aus“.

Ansaugen Glühung aus, Drosselklüken wird vom Gasknüppel gesteuert. Zum Ansaugen vor dem Anlassen, Count-Down-Timer angehalten, Beispiel für Sender-Ansage: „Zündung aus“.

Anlassen Glühung ein, Temperatursteuerung mit Drehknopf oder feste Einstellung nach Erfahrungswert, Drosselklüken wird durch den Gasknüppel gesteuert, aber auf den Leerlaufbereich begrenzt und daher sicherer, Count-Down-Timer angehalten, Beispiel für Sender-Ansage: „Zündung ein, Motor gedrosselt“.

Motorbetrieb Glühung aktiv, Drosselklüken wird vom Gasknüppel gesteuert, Count-Down-Timer läuft, Beispiel für Sender-Ansage: „Zündung ein, Drossel frei“.

Programmierbeispiel Graupner/SJ HoTT mc28

Als Zündschalter soll der Schalter SW1 der mc28 verwendet werden. Er ist gegen unabsichtliches Einschalten gesichert. Ist SW1 aktiv (zeigt vom Piloten weg), soll die Glühtemperatur entsprechend einer justierbaren Kurve der Stellung des Gasknüppels folgen. Ist SW1 dagegen in Aus-Stellung (zeigt zum Piloten hin), soll die Glühkerze kalt bleiben. In den Abb. 11 bis 12 sieht man dies an der Temperaturanzeige der Telemetrie.



Abbildung 11: SW1: Ein, Links: Motor im Leerlauf, Glühkerze wird auf 610°C aufgeheizt. 2/3-Gasstellung im Leerlauf, Glühkerze wird auf 1010°C aufgeheizt.



Abbildung 12: SW1 in Aus-Stellung: Glühkerze in der Abkühlphase (170°C).

Zunächst wird die Grundeinstellung des Modells so gewählt, dass ein Empfängerkanal zur Steuerung des Glühreglers frei ist. In diesem Beispiel wurde Kanal 8 ausgewählt, weil dieser mit Sonderfunktionen belegt werden darf (Abb. 13).



Abbildung 13: Menü Grundeinstellung: Kanal 8 ist verfügbar

Auch bei der Einstellung des Modelltyps muss auf die Verwendung von Kanal 8 Rücksicht genommen werden (Abb. 14). Insbesondere ist eine Belegung von Kanal 8 mit einem zweiten Höhenruderservo zu vermeiden.



Abbildung 14: Menü Modelltyp: Kanal 8 ist verfügbar, da nicht mit dem zweiten Höhenruderservo belegt.

Die Servoeinstellungen für den Kanal 8 finden sich in Abb. 15. Hierbei ist es wichtig, den maximalen Servoweg am Ausgang einzustellen.

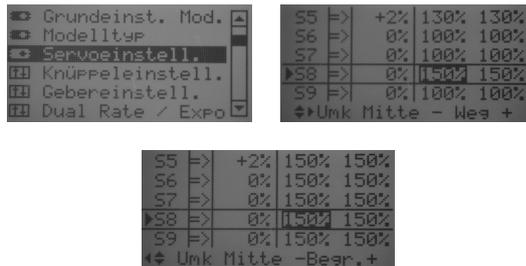


Abbildung 15: Servoeinstellungen für Kanal 8.

Der Schalter SW1 ist gegen versehentliches Betätigen gesichert und eignet sich daher sehr gut als Zündungsschalter. Er wird nun als Geber für Kanal 8 eingestellt wie in Abb. 16 zu sehen ist. Mit dieser Einstellung kann der Schalter SW1 bereits die Glühkerze zwischen aus und Maximaltemperatur umschalten.



Abbildung 16: Gebereinstellungen für SW1 auf Kanal 8.

Die grundsätzliche Einstellung des Schalters auf Kanal 8 wird nun mit einem freien Mischer überlagert, der vom Gasknüppel gespeist wird. In der Aus-Stellung des Schalters sorgt dieser nicht nur dafür, dass die Glühkerzenheizung vom Schalter als Geber ausgeschaltet wird, sondern verhindert auch, dass ein Mischanteil vom Gasknüppel zugemischt wird. Die hierzu notwendigen Einstellungen sind in Abb. 17 zu sehen.



Abbildung 17: Gebereinstellungen für SW1 auf Kanal 8. Das Feld ganz rechts unten führt zum Kurvenmenü des freien Mischers.

Da ein Kurvenmischer verwendet wird, kann die Kerzentemperatur frei nach Wunsch an die Stellung des Gasknüppels und damit die voraussichtliche Motordrehzahl angepasst werden, wie in Abb. 18 dargestellt.



Abbildung 18: Oben: Kurvenmenü des freien Mischers bei Stellung „ein“ von SW1. Unten: Stellung „aus“ von SW1.

Firmware-Update

Ein Firmware-Update kann per PC durch unser Konfigurationsprogramm per Hepf-USB-Interface vorgenom-

men werden.

Garantie und Haftungsausschluss

Garantiebestimmungen Wir gewähren innerhalb des EU-Raums die gesetzlich vorgeschriebene Garantie von 24 Monaten ab dem Verkaufsdatum. Nachgewiesene Materialfehler werden von uns in diesem Zeitraum kostenlos behoben. Bedienungsfehler, z.B. durch Verpolung, sehr starke Vibrationen, zu hohe Spannung, Nässe, Kraftstoffeinwirkung, Kurzschluss, und dergleichen schließen Garantieansprüche aus. Dies gilt auch für übermäßige Abnutzung. Das Produkt ist nur zur privaten Nutzung im Hobbybereich vorgesehen. Die gewerbliche Nutzung des Produkts ist nicht von der Garantie abgedeckt.

Haftungsausschluss Unsere Produkte sind keine Spielzeuge! Kinder müssen bei deren Betrieb von Erwachsenen angeleitet und beaufsichtigt werden!

Auf die Einhaltung der Montagehinweise, die äußeren Einflüsse beim Betrieb unserer Produkte sowie die Wartung der Fernsteuerungsanlage, an denen sie betrieben werden, haben wir keinen Einfluss. Diese liegen in der Hand und

Verantwortung des Anwenders. Daher übernehmen wir keinerlei Haftung für Verluste, Schäden oder Kosten, die sich aus der Anwendung und dem Betrieb unserer Produkte ergeben oder in irgendeiner Weise damit in Zusammenhang gebracht werden können. Soweit gesetzlich zulässig, wird eine etwaige Schadensersatzleistung, unabhängig von ihrer Begründung auf den Rechnungsbetrag der Produkte die am Schadensereignis beteiligt sind und aus unserem Hause stammen, begrenzt.

Warenzeichen Eingetragene Warenzeichen fremder Hersteller, sofern in dieser Anleitung oder sonstigen Schriften zu unseren Produkten zitiert, genannt oder verwendet, verstehen sich als deren alleiniges Eigentum.



Hepf GmbH
Mühlgraben 63, 6343 Erl/Austria,
info@hepf.at, www.hepf.at

Über die Glühzündung, kalte und heiße Kerzen sowie Kraftstoffe

Glühkerzenmotoren sind kompressionsgezündete Motoren mit Zündungsunterstützung durch eine Glühwendel. Die Zündtemperatur von Methanol liegt bei etwas mehr als 400°C. Unter Kompressionsdruck z.B. bei 10 bar erfolgt die Zündung schon ab ca. 250°C.

Der Zündzeitpunkt eines Glühzündermotors wird hauptsächlich durch die Treibstoffzusammensetzung und den Kompressionsdruck im Zylinder sowie durch die Gestaltung und Temperatur der Glühwendel bestimmt. Eine ganz wesentliche Rolle spielt hierbei, wie gut Treibstoff und Luft durchmischt sind. Ein Vergaser erreicht nur mäßige Ergebnisse, der Treibstoff strömt keineswegs gasförmig, sondern als feiner Nebel in den Zylinder. Wäre er tatsächlich gasförmig, würden Glühzündermotoren zu früh (und schlagartig) zünden, da die Glühkerze schon bei Rotglut Temperaturen um 700°C besitzt. Durch die Tröpfchenform des Treibstoffs muss dieser aber zuerst einmal verdampft werden. Die Verdampfung erfolgt direkt in der Umgebung der heißen Glühwendel und von dort geht dann auch die Treibstoffverbrennung aus. Dazu muss die Glühwendel aber auch wirklich entsprechend heiß sein!

Kalt und heiß: Diese Bezeichnungen für Glühkerzen sind leider recht verwirrend, denn sie bezeichnen keineswegs die Temperatur der Glühwendel oder gar den Wärmewert wie ihn zwar Zünd-, nicht aber Glühkerzen haben. Sie stehen vielmehr für den Zündzeitpunkt: kalt = spät, heiß = früh.

Eine Glühwendel, die sich in einer engen Bohrung in der Kerze versteckt, wird vom Treibstoffnebel langsamer erreicht als bei Einbau in einer weiten Öffnung. Zudem ist die kühlende Wand der Glühkerze bei einer engen Bohrung näher und verkleinert damit den heißen Bereich rund um die Glühwendel. Die Zündung wird verzögert, man spricht von einer kalten Kerze.

Im Leerlauf eines Motors ist die Drehzahl sehr gering, der Kolben bewegt sich viel langsamer auf und ab als bei höheren Drehzahlen. Damit dauert die Kompressionsphase deutlich länger als bei hohen Drehzahlen. Die kurze Zeitspanne, die nach der Zündung bis zum Erreichen des oberen Totpunktes vergeht, sollte aber bei allen Drehzahlen in etwa gleich sein, damit der Kolben den oberen Totpunkt rechtzeitig erreicht und die Verbrennungsprodukte ihn anschließend wieder hinunterdrücken können.

Kommt der Kolben nicht rechtzeitig im oberen Totpunkt an, spricht man von einer Frühzündung. Die Explosion erfolgt unter Umständen sogar so früh, dass der Motor schlagartig die Laufrichtung umkehrt, was man als Rückschlagen beim Anlassen von Hand besonders bei bestimmten Viertaktmotoren erleben kann. Ist die Drehzahl dagegen so hoch, dass die Zündung zwar zu früh stattfindet, aber zumindest keinen Rückschlag mehr bewirkt, spricht man von Klopfen oder Klingeln. In diesem Fall wirken überhöhte Kräfte auf den Kolbenboden, das Pleuel und dessen Lager. Kräfte, die den Motor bald zerstören werden. Abhilfe schaffen einerseits eine kältere Kerze, andererseits eine geringere Kompression.

Da kalte Kerzen eine wesentlich engere Öffnung rund um die Glühwendel haben, ist die Aufheizung durch die regelmäßige Verbrennungswärme geringer als bei einer heißen Kerze mit deren viel freier liegender Glühwendel. Um dies auszugleichen, werden für kalte Kerzen Glühwendeln aus kräftigerem Draht verwendet, denn mit der Drahtdicke steigt auch die für den katalytischen Effekt entscheidende Oberfläche der Glühwendel. Da der Glühdraht aus einer hochwärmefesten Edelmetalllegierung bestehen muss, kosten kalte Kerzen gegenüber heißen deutlich mehr. Die verwendeten Legierungen Platin/Iridium oder Platin/Rhodium sind deutlich teurer als Gold!

Viertakterprobleme. Bei geringer Drehzahl sinkt die Anzahl der Verbrennungsvorgänge pro Sekunde logischerweise stark ab, beim Viertakter findet noch dazu bei nur jeder zweiten Umdrehung eine Verbrennung statt. Aus diesem Grund werden hier gern Kerzen, wie die OS F verwendet, die eine besonders große Öffnung rund um die Glühwendel aufweisen und damit heiße Kerzen sind. Diese sind noch dazu überlang gebaut und ragen weiter in den Brennraum hinein, wo sie sich näher am Zentrum der Verbrennung befinden und weniger Wärme über den Zylinderkopf verlieren. Das macht sie zu extrem heißen Kerzen. Um die Erwärmung der Kerze noch weiter zu steigern, wird eine Glühwendel aus dickerem Draht verwendet. Wirklich befriedigend ist diese Lösung dennoch nicht und so profitiert der Viertakter enorm von einer elektrischen Zusatzbeheizung der Kerze.

Weil diese sogenannten Viertakterkerzen heiße Kerzen sind, stellen sie den Zündzeitpunkt besonders im Leerlauf auf früh. Dies führt zu einem harten Motorlauf im unteren Drehzahlbereich, unter Umständen auch zu Klopfen bei Vollgas und im Extremfall zum Rückschlagen mit Drehrichtungsumkehr.

Eine kalte Kerze führt im Gegensatz zur Viertaktkerze zu einem weichen und niedrigen Leerlauf, muss dann aber zwingend elektrisch beheizt werden.

Methanol ist der klassische Treibstoff für Glühzündermotoren, weil es an einer Oberfläche bestehend aus dem Edelmetall Platin schon bei recht niedrigen Temperaturen zu einer katalytischen Zersetzung des Methanols in Formaldehyd und gasförmigen Wasserstoff kommt. Dieser Wasserstoff reagiert mit Sauerstoff unter extremer Hitzebildung. Die Reaktion läuft nur unmittelbar rund um den Platindraht ab, was aber ausreicht, um den Draht zum Glühen zu bringen.

Methanol ist leider bereits in geringen Dosen giftig, weil es im Körper zu Formaldehyd und Ameisensäure abgebaut wird. Nervenschäden, vor allem am Sehnerv, unter Umständen sogar Erblindung sind die Folge. Methanol dringt auch durch die Haut ein und wird ebenso von der Lunge aufgenommen, beispielsweise durch Einatmen unvollständig verbrannter Abgase.

In vielen Staaten wird der Handel mit Methanol nur noch geschulten Personen unter strengen Auflagen gestattet. Dies hat zu erheblichen Einschränkungen für den Modellbauhandel und in Folge zu hohen Treibstoffpreisen geführt. Viele Modellbauhändler haben Methanolkraftstoff sogar aus dem Sortiment nehmen müssen. Auch der Versand von Methanol oder Methanolkraftstoff ist inzwischen nur noch eingeschränkt möglich.

Ethanol, auch Äthanol oder schlicht Alkohol, also der normale Trinkalkohol ist eine Alternative. Dieser ist in vergällter, für den Verzehr unbrauchbar gemachter Form leicht und zu einem günstigen Preis erhältlich. Die üblichen Vergällungsstoffe sind für die Verwendung im Modellmotor unproblematisch, da sie genauso wie Ethanol (und auch Methanol) lediglich zu gasförmigem Wasser und Kohlendioxid verbrennen. Es handelt sich typischerweise um je 1% MEK (Methylethylketon, auch Butanon genannt) und IPA (Isopropanol), sowie eine äußerst geringe Menge des ungiftigen Bitterstoffs Bitterex.

Ein klarer Vorteil von Ethanol ist die Energiemenge, die es gegenüber Methanol enthält. Diese ist bei gleichem Flüssigkeitsvolumen um ca. 35% höher als bei Methanol, was sich bei gleichem Tankvolumen in einer längeren Motorlaufzeit niederschlägt.

Der katalytische Effekt, der bei Methanol auftritt, fehlt bei Ethanol allerdings leider. Daher hört eine Glühkerze

oft schon bei mittleren, spätestens aber bei niedrigen Drehzahlen einfach auf zu glühen, wenn Ethanol-Treibstoff verwendet wird – der Motor läuft unrund und stirbt letztlich ab. Der Glühregler eNitro hält die Temperatur der Glühkerze unabhängig vom Treibstoff immer auf der vom Sender aus geforderten Mindesttemperatur – nicht wie bei den bislang erhältlichen On-board-Glühungen ungerregelt und zudem auf den Leerlaufbereich beschränkt, sondern temperaturgeregelt und über den gesamten Drehzahlbereich des Motors – selbst bei Vollgas. Die Verwendung von Ethanol an Stelle von Methanol wird damit möglich. Selbstverständlich auch jedes Mischungsverhältnis von Ethanol und Methanol.

Ethanol ist im Verbrauch sparsamer und hat gegenüber Methanol eine geringere Verdampfungswärme. Damit sinkt der Effekt der Innenkühlung in etwa auf 60 % dessen, was man von Methanol gewohnt ist. Der Motor braucht also mehr Kühlung von außen in Form von Kühlluft, worauf bei der Einbausituation Rücksicht genommen werden muss. Durch den verringerten Verbrauch und die erhöhte Wärmelast sollte der Ölanteil im Verhältnis zudem so erhöht werden, dass pro Verbrennungstakt die nötige Ölmenge in den Motor gelangt.

Benzin? Neben Ethanol kommen im Prinzip auch Benzin oder Alkohol-Benzin-Mischungen, wie E85 (85% Ethanol, Rest Benzin) in Frage. Benzin hat jedoch gegenüber Alkohol deutliche Nachteile, allen voran seine geringe Klopfestigkeit. Methanol und Ethanol weisen im Gegensatz zu Benzin jeweils eine Oktanzahl von 114 auf. Für Benzinbetrieb muss daher die Verdichtung herabgesetzt werden, was die Leistung deutlich reduziert. Glühkerzen verrußen bei Benzinverwendung, was aber die elektrische Beheizung auffängt, da der Ruß bei entsprechender Temperatur verbrennt. Die Wärmebelastung des Motors bei Benzinbetrieb steigt gegenüber Methanol und Ethanol drastisch an, da Benzin eine sehr geringe Verdampfungswärme aufweist und somit wenig zur Innenkühlung beiträgt. Aus diesem Grund haben Benzinmotoren gegenüber Glühzündern eine weit ausgeprägtere Kühlverrippung.

Vorteilhaft an Benzin ist vor allem der gegenüber Methanol fast halbierte Verbrauch. Dieser macht allerdings einen entsprechend fein einstellbaren Vergaser erforderlich. Zudem muss der Vergaser gegen den Motor thermisch isoliert sein, da es bei Benzin sonst zu Dampfblasenbildung kommt. Alles in allem ist der Betrieb eines für Methanol konstruierten Motors mit Benzin daher meist problematisch, ganz unabhängig davon, ob dieser dann mit Funkenzündung oder mit eNitro und Glühkerze betrieben wird.

Eine Ausnahme hiervon sind selbstverständlich Glühkerzenmotoren, die speziell für den Benzinbetrieb vorgesehen sind. Diese profitieren ebenso vom Einsatz von eNitro wie mit Alkohol betriebene Motoren.

Und Nitromethan? Nitromethan ist teuer und wirkt als Beimischung bis ca. 15% nicht wesentlich leistungssteigernd. Es verbessert aber schon bei diesen Konzentrationen die Zündwilligkeit des Treibstoffgemischs deutlich. Dies gilt vor allem für ein überfettetes Gemisch, wie es Glühzündermotoren im Zwischengasbereich von deren einfach aufgebauten Vergasern zubereitet wird. Zu einem gasförmigen Gemisch wird der feine Treibstoffnebel erst, wenn die Alkoholtröpfchen an der Glühwendel und von dort voranschreitend an der Flammfront im Brennraum verdampfen. Durch die enorme Verdampfungswärme von Methanol (bei Ethanol ist es nicht viel anders) wird die Glühwendel dabei aber auch abgekühlt. Ist Nitromethan im Gemisch mit enthalten, findet eine spontane Verbrennung auch noch bei ungünstiger Gemischbildung statt. Und genau darin besteht im Alltagsbetrieb der wesentlich Vorteil eines Nitromethananteils im Treibstoff.

eNitro regelt die Temperatur der Glühwendel mehrere hundert Mal in der Sekunde nach und sorgt so für stabile Zündungsbedingungen im Motor. Die Glühwendel stemmt sich bildlich gesprochen aktiv gegen jede Abkühlung. Die Versorgung aus einem Lithiumakku ermöglicht selbst unter widrigsten Bedingun-

gen eine konstante Glühwendeltemperatur. Auch ein überfettetes Gemisch wird toleriert, weil selbst größere Treibstofftröpfchen die Glühwendel nicht mehr nennenswert abkühlen können.

Auf teures Nitromethan kann daher verzichtet werden. Es wird durch den intelligenten Einsatz von Elektronik ersetzt – daher auch der Name eNitro für electronic Nitro. Dies entlastet den Motor, und die eigene Gesundheit auch von den sauren und extrem korrosiven Verbrennungsbeiprodukten des Nitromethans. Unter anderem sind dies Stickstoff-Sauerstoffverbindungen, sogenannte Stickoxide, die mit dem bei der Verbrennung in großer Menge anfallenden Wasser Salpetersäure und salpetrige Säure bilden, die für Lagerrost und Rost an der Ventilsteuerung von Viertaktmotoren sorgen und für diesen die wesentliche Verantwortung tragen.

Glühkerzenüberhitzung?

Der Glühregler kann die Glühkerze nicht aktiv kühlen und stellt daher keine Abhilfe für Kerzenüberhitzung dar, wie sie bei zu kurz abgestimmten Resonanzrohren, überhöhter Verdichtung oder extremen Nitromethananteilen im Treibstoff auftritt. In diesen Fällen kann die Glühwendel allein auf Grund der Verbrennungswärme im Motor durchschmelzen. Die Anzeige der Wendeltemperatur in der Telemetrie ermöglicht es aber zumindest, solche Probleme schon bei Probeläufen zu erkennen.

Versionshistorie

1.0.0 Initiale Ausgabe

