

Sicher im Umgang mit Elektro - Antrieben

Autor: LEOMOTION GmbH, www.leomotion.com

Der Siegeszug des Elektroantriebs in der Modellfliegerei setzt sich fort. Mit ihm verschieben sich auch die Sicherheitsanforderungen. Wir von Leomotion (www.leomotion.com) sind nicht nur Anbieter von elektrischen Antrieben, sondern wir stellen im Zürcher Oberland auch Motoren in der eigenen Produktion her für Anwendungen im RC- wie auch industriellen Bereich.

Nachfolgend möchten wir Aspekte beleuchten um das Verständnis für den eAntrieb zu erhöhen und damit einen Beitrag zum sicheren Betrieb im Modellflug zu leisten.

Das oberste Gebot: ist der Flugakku mal angesteckt, ist der Antrieb als „scharf“ zu betrachten, bis er wieder abgezogen wird – ungeachtet von der installierten Sicherheitsmassnahmen. Wer jederzeit mit dem versehentlichen Anlaufen des Motors rechnet, wird nicht überrascht.

Verletzungsgefahr durch Propeller

Der Elektromotor verfügt bereits bei geringer Drehzahl über ein hohes Drehmoment, wodurch schwere Verletzungen in Form von Schnittwunden bis hin zum Abtrennen von Gliedmassen zugefügt werden. Wir empfehlen dringend zur eigenen Sicherheit bei Testläufen, Fehlersuche oder sonstige Arbeiten am Antriebsstrang den Propeller zu entfernen. Immer daran Denken: Sobald der Antriebsakku angeschlossen ist vom Propeller fernzubleiben – das Antriebssystem gilt grundsätzlich als „scharf“ einzustufen.



Beim Arbeiten am scharfem Antrieb ist der Propeller IMMER zu entfernen

Sicherheitsschalter

State-of-the-Art Regler sind intern bereits abgesichert, dass der Motor nicht anläuft, wenn kein gültiges Leerlauf-Gassignal anliegt. Als zusätzliche Sicherheitsmassnahme können elektronische Schalter, auch bekannt als Magnetschalter, in die Zuleitung eingebaut werden. Auch die Programmierung der Fernsteuerung zur expliziten Freigabe des Gaskanals über einen Schalter der Fernsteuerung ist eine

weitverbreitete Methode. Vor dem Anstecken des Flugakkus empfiehlt sich immer zu kontrollieren, dass der Gashebel sich auch in der Leerlaufposition befindet.



Magnetsicherheitsschalter

Steckersystem auf Strom abstimmen

Wählen Sie ein Steckersystem, welches auch für den geplanten maximalen Strom geeignet wird. Je höher der Strom, desto grösser muss der Stecker- und Kabelquerschnitt gewählt werden. Je kleiner der Steckerquerschnitt ist, umso höher ist sein Übergangswiderstand. Dadurch nehmen die Verluste am Stecker quadratisch mit dem Strom zu. Der Stecker wird warm. Ist dieser zu knapp dimensioniert, wird der Stecker so heiss, dass die Lötstelle am Kabel weich wird und sich der Stecker selbst „auslötet“.

Ein verpolter Stecker bietet zusätzlichen Schutz gegen falsches Anstecken des Akkus. Werden mehrere Akkupacks zu einem grösseren Akku in Serie geschaltet (z.B. zwei 6s Packs werden zu einem 12s Pack zusammengeschaltet) kommt es nicht selten vor, dass statt der Pluspol des einen Akkus mit dem Minuspol des anderen Akkus verbunden wird, sondern der Akku kurzgeschlossen wird. Dabei kommt es zum Funkenschlag mit extrem hohen Strömen, welche nicht nur das Steckersystem permanent beschädigen, sondern auch zu erheblichen Verbrennungen der Finger führen kann.

Beim Anschliessen der Akkus ist stets Konzentration und entsprechende Vorsicht geboten.



Diverse Steckersysteme

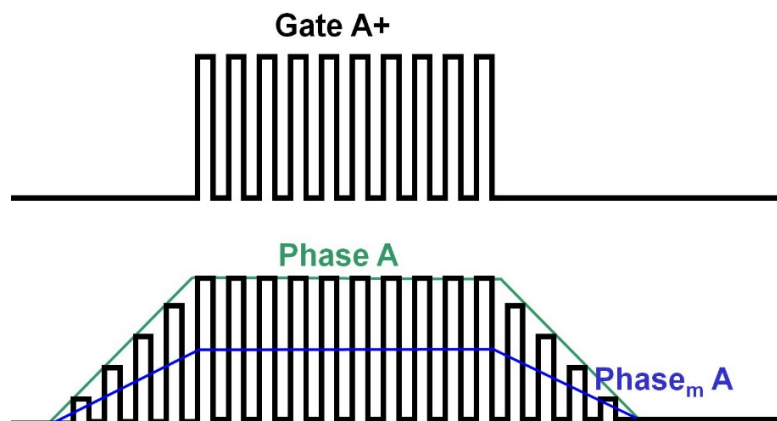
Kreischende und stotternde Motoren sind ein Problem

Der Regler erzeugt aus der Gleichspannung des Akkus ein drehendes Wechselstromfeld zur Ansteuerung des Motors. Dieses Drehfeld muss stets synchron zur Drehzahl des Motors sein. Heutige Regler messen dafür den sogenannten Nulldurchgang der offenen Phase. Wird eine Verzögerung des Nulldurchgangs festgestellt, wird die Frequenz des erzeugten Drehfelds entsprechend angepasst. Liegt die Frequenz des Reglers und die Drehzahl zu weit auseinander, führt dies zu einer sogenannten Fehlkommutierung – der Regler gerät aus dem Tritt und der Motor beginnt zu kreischen oder zu stottern.

Die Ursache dafür liegt meist bei ungeeigneter Regler Programmierung (falsches Timing, unpassende PWM-Frequenz) oder schlechten oder gar kalten Lötstellen.

Das Kreischen oder Stottern eines Motors sollte unbedingt vermieden werden. Bringen Sie den Gashebel umgehend in die Leerlaufposition. Diese Fehlkommutierungen führen zu sehr hohen vom Motor induzierte Spannungsspitzen und können die Drehstrombrücke des Reglers (FETs der Treiberstufe) nachhaltig schädigen bis hin zum Abrauchen des Reglers.

Der Motor muss über den gesamten Drehzahlbereich das Gas sauber und verzögerungslos annehmen.



Pulsweitenmodulation am Gate der Mos-FETs (oben) führt zu einem „zerhackten“ Quasi-Sinusphasensignal zur Ansteuerung des Motors (unten)

Das richtige Timing

Das Timing bestimmt den Vorlaufwinkel des oben erwähnten Nulldurchgangs. Dies ist vergleichbar mit der Vorzündung eines Verbrenners. Mit dem Timing kann man auch die Drehzahl in einer limitierten Bandbreite Einfluss nehmen. Ein höheres Timing erhöht die Drehzahl und damit die Leistungsaufnahme. Ab einem gewissen Punkt wird die Drehzahl nicht mehr zunehmen, sondern nur noch die Leistungsaufnahme – der Wirkungsgrad nimmt ab und der Motor wird unnötig wärmer. Der Tiefste Strom wird mit einem Timing von null Grad erreicht. Das optimale Timing hängt weitgehend von der Magnetpolzahl und der Impedanz des Motors ab. Als Faustregel für Motoren bis 14 Pol hat sich ein Timing von rund 1.5x Polzahl bewährt. Für Motoren mit mehr als 14 Polen ist ein Timing von 20...25° meist optimal. Spezifische Informationen erhalten Sie vom Motorenhersteller.

Nicht beim Regler sparen

Legen Sie den Regler nicht zu knapp aus und rechnen Sie genügend Marge vom erwarteten Strom zur Limite des Reglers ein. Der Regler erwärmt sich durch seine Verlustleistung. Diese nimmt quadratisch mit dem Strom zu. Die Wärme muss er an seine Umgebung abgeben können, sonst erwärmt er sich immer weiter bis der Temperaturschutz anspricht oder er gar abraucht. Das Abgabevermögen verbessert sich mit Zugluft und einem Kühlkörper.

Durch die Natur der Pulsweitenmodulation fällt im oberen Teillastbereich deutlich mehr Verlustleistung an als bei voller Regleröffnung. Bedenken Sie diese Punkte für Ihre spezifische Auslegung und dimensionieren Sie Ihren Regler entsprechend. In der Regel reichen 20% Sicherheitsspielraum.



Regler unterschiedlicher Bauform und Stromstärke

Kabel verlängern, aber richtig

Durch die Pulsweitenmodulation (PWM) des Reglers wirken selbst gerade Zuleiter wie Spulen. Dies hat zur Folge, dass bei fallender Flanke der PWM eine Spannung induziert wird, welche deutlich höher als Ihre Akkuspannung ist. Die Höhe der induzierten Spannung nimmt mit der Länge der Zuleitung zu und kann die Kondensatoren am Regler schädigen und damit der Regler seinen Dienst quittiert.

Sollten Sie die Kabel zwischen Regler und Akku verlängern müssen, sind unbedingt zusätzliche Kondensatoren möglichst nahe am Reglereingang zu verbauen, um eine bessere Glättung der induzierten Spannung zu erreichen. Dafür gibt es im Fachhandel konfektionierte CapPacks.

Eine Verlängerung der Kabel zwischen Regler und Motor ist unproblematisch und bedarf keiner zusätzlichen Massnahmen.

Motoranschlüsse nie kürzen

Die Wicklungsdrähte sind zur Isolation mit temperaturbeständigem Lack überzogen. Meist werden diese nach aussen geführt, verzinnt und dienen als Motoranschlüsse. Kürzen Sie NIE diese Anschlüsse, denn die Drähte lassen sich nur mit speziellen Chemikalien von Lack befreien für ein sauberes verzinnen. Der Motor ist nicht selten irreparabel. Für ein platzsparendes Anbringen des Reglers bilden Sie wie in der Abbildung gezeigt eine Schlaufe. So bleiben die Kabel kurz und die Verluste niedrig.



Regler platzsparend am Motor anlöten – 100A Antrieb mit 130A Regler

Leerlaufstest mit geringen Nutzen, aber hohen Risiken

Ein Leerlaufstest bei voller Betriebsspannung beweist gar nichts und macht den Motor nur heiss. Wenn nun ein Leerlaufstest, also ein Testlauf ohne anliegende Last (z.B. Propeller), unternommen wird, gibt die Motorwelle keine Leistung ab und die anliegende mechanische Wellenleistung ist faktisch 0W. Folglich ist der Wirkungsgrad 0% und die gesamte anliegende elektrische Leistung wird zur Verlustleistung und in Wärme umgewandelt. Motoren mit relativ hohem Leerlaufstrom können so selbst im Leerlauf thermisch überlastet und permanent geschädigt werden.

Ist ein Leerlaufstest dennoch nötig – z.B. zum Prüfen, ob alles normal läuft – empfehlen wir eine Betriebsspannung um 5V bis 10V zu wählen (z.B. 2s oder 3s Akku), um den Motor nicht unnötig zu belasten. Der Testlauf sollte nur kurz sein (unter 10 Sekunden) mit angemessener Kühlzeit dazwischen.

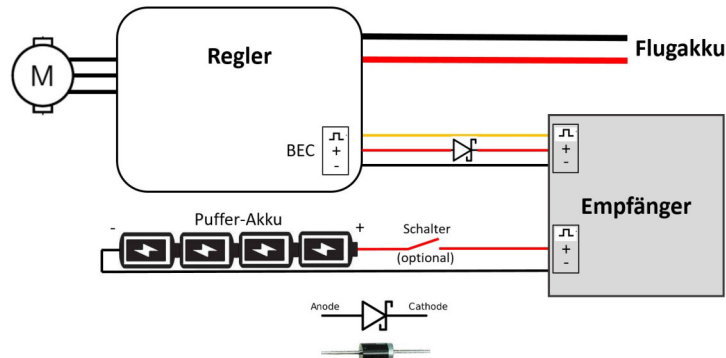
Fail Safe für Motor

Wir empfehlen immer die Fail-Safe-Funktion der Fernsteuerung zu nutzen und den Gaskanal bei Signalverlust auf Leerlauf zu programmieren. Dies verringert die Verletzungsgefahr durch den Propeller bei einem kompletten Signalverlust des Modells.

BEC Backup

Die ausschliessliche Empfangsversorgung mit BEC (Battery Eliminator Circuit) birgt das Risiko eines Kontrollverlusts bei Problemen mit dem Regler. Daher ist eine Backup-Stromversorgung sehr empfehlenswert. Diese kann einfach und günstig mit einer Shottky-Diode und einem kleinen Stützakku umgesetzt werden. Im Fachgeschäft sind auch ausgeklügelte elektronische Backup-Systeme (z.B.

OptiPower oder SafeGuard) erhältlich, welche nicht nur die nötige Versorgungsenergie liefern, sondern den Stützakku auch aus dem funktionierenden BEC laden und einfach von einem Modell zum anderen gewechselt werden können. Die Luxusvariante bildet dann die Stromweiche mit zusätzlichen Stützakkus.



Einfache Backup-Stromversorgung mit Schottky-Diode

Wird das BEC des Reglers nicht genutzt, kann das BEC einfach deaktiviert werden, indem der Kontakt des Pluspols aus dem Stecker gezogen und umgeschlagen wird. Den offenen Kontakt mit einem Klebstreifen am Kabel fixieren und isolieren.

Wir von Leomotion sind nicht nur auf eAntriebe spezialisiert, sondern wir leben auch den eAntrieb nach dem Motto: Geht nicht, gibt's nicht.

Gerne beraten wir Sie zu Ihrem spezifischen Antriebsproblem, damit sie Freude an der Flugleistung ihres neuen Modells haben – www.LEOMOTION.com