

Der Empfängerakku

Die sich rasch ändernde Fernsteuer-Technik führt zu Fortschritten, aber auch zu neuen Problemen. Eines der aktuellen Probleme ist die Stromversorgung von Empfänger und Servos. Seit Nickel-Cadmium-Akkus für diese Anwendung die früheren Deac-Akkus abgelöst haben, war die Stromversorgung der ganzen Empfangsanlage einschließlich Servos eigentlich gelöst. Seit aber immer mehr schnelle und kräftige Servos eingesetzt werden und seit nun auch noch Digital-Servos dazukommen, und das bei gleichzeitiger Weiterentwicklung der Akkus, ist es aus unserer Sicht dringend notwendig, beide Entwicklungen informativ zusammenzuführen.

Wissen ist Macht- für den Modellflug umgesetzt: Wissen ist Betriebssicherheit

Wer ein Auto fährt, muß wissen, wie man es bedient und wo es seine Vor- und Nachteile hat. Genauso ist das auch mit der Fernsteuertechnik. Deshalb erläutern wir hier zunächst die jeweiligen Entwicklungen der letzten Jahre bei Akkus und Servos.

Die folgende Beschreibung des Problems erhebt keinen Anspruch auf wissenschaftliche Richtigkeit, es geht lediglich darum, die Vorgänge deutlich zu machen und dem Anwender ein besseres Verständnis dieser Vorgänge zu ermöglichen.

Entwicklung bei den Akkus

Die Entwicklung von Akkus wird nicht oder nur sehr selten für Modellbauzwecke vorgenommen, Modellbau-Akkus sind daher meist „Abfallprodukte“ aus Industrie-Anwendungen.

Grundsätzlich werden Akkus weiterentwickelt in Richtung geringeres Gewicht (mehr W/h pro Kg). Danach teilt sich das dann in zwei Anwendungsrichtungen:

1. Hohe Ströme mit möglichst langer Betriebsdauer, aber Priorität auf hohe Kurzzeitleistungsabgabe
2. Geringe Ströme mit Priorität auf sehr langer Betriebsdauer

Außerdem wird versucht, die Umweltbelastung durch Akkus zu verringern.

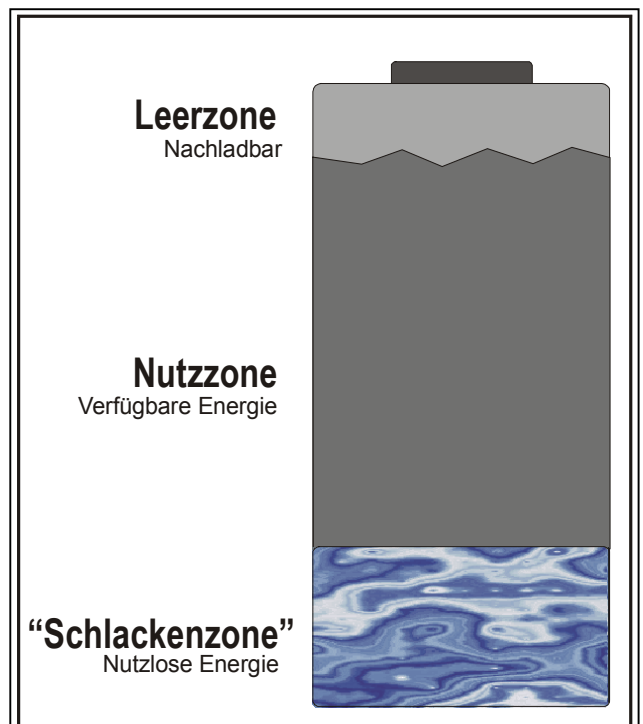
Dazu ist es wichtig, zu wissen, wie verschiedene Akku-Systeme funktionieren, welche Ladetechnik optimal ist und wie man müde Akkus behandelt. Für die Empfangsanlage haben sich 2 Typen von Akkus etabliert: Nickel-Cadmium (NiCd) und Nickel-Metall-Hydrid (NiMH). Beide wandeln chemische in elektrische Energie um.

Drei Komponenten eines Akkus sind entscheidend: eine Positive und eine negative Elektrode, dazwischen ein Elektrolyt. Im geladenen Zustand herrscht am Minuspol ein Elektronen-Überschuss, wodurch sich an beiden Polen eine Spannung aufbaut. Bei geschlossenem Stromkreis saugt der Pluspol die Elektronen ab – der Akku entlädt sich über den Widerstand von Empfänger und Servos. Der Elektrolyt, meist eine Lösung, sorgt dafür, daß sich die Elektronen zwischen den Elektroden bewegen können. Ist der Ladungsüberschuss auf der negativen Elektrode aufgebaut, kommt das Ladegerät zum Einsatz.

Falsche Ladetechnik ist der Akku-Killer Nummer eins.

Gute Pflege ist beim Akku das A und O: Zu häufiges Laden und schlechte Wartung verringern das Speichervermögen (Kapazität) um 40 bis 50 Prozent.

Wie das Bild zeigt, läßt sich der Energiespeicher eines Akkus in drei Bereiche einteilen: Die Energie in der „Leerzone“ hat die Empfangsanlage bereits entnommen – sie kann nachgeladen werden. Die „Nutzzone“ enthält Energie, die noch entnommen werden kann. Keine nutzbare Energie enthält die „Schlackenzone“, die mit zunehmendem Alter, bei falscher Wartung oder Überlastung wächst. Die Folge: obwohl der Akku vollgeladen ist, macht er schnell schlapp, der Innenwiderstand wächst. In NiCd- und NiMH-Akkus besteht die Schlackenzone aus kristallinen Ablagerungen an den Elektroden, was sich als Memory-Effekt (NiCd) beziehungsweise Lazy-Battery-Effekt (NiMH) bemerkbar macht. Mit guten Ladegeräten können sie Nickel-Akkus aber entschlacken – durch mehrmalige Entlade- und Ladezyklen: Die „Schlackenzone“ verschwindet in der Regel ganz, und der Akku ist wie neu.



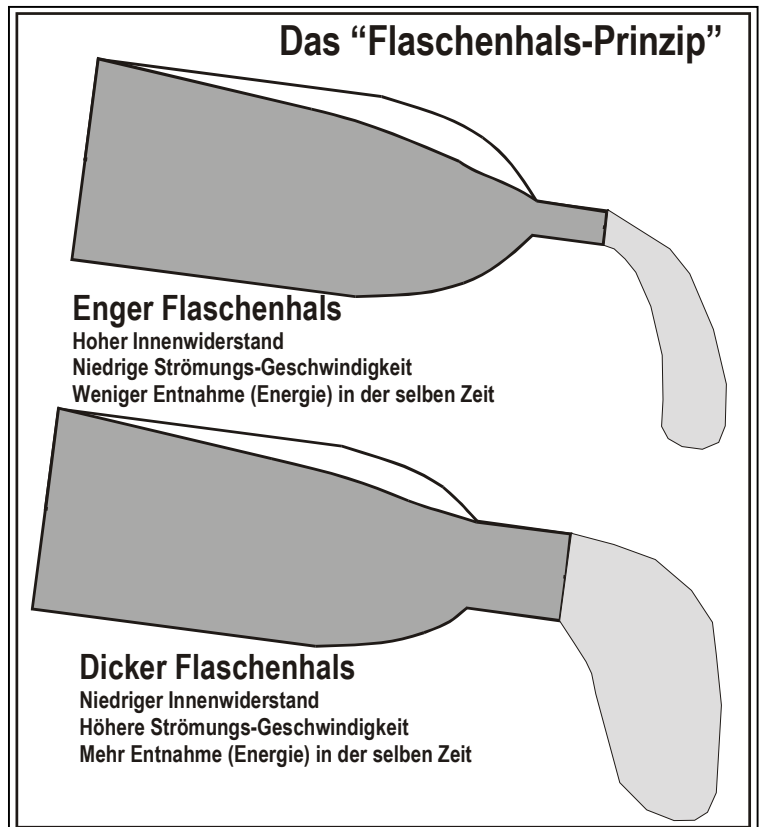
Akku-Innenwiderstand:

Ein Akku liefert vollen Saft, wenn sein Innenwiderstand so niedrig wie möglich ist. Nur dann hält die Spannung, falls ein Gerät viel Strom entnimmt. Diese Situation tritt zum Beispiel ein, wenn am Empfänger viele und vor allem starke Servos angeschlossen sind.

Ein „kranker Akku mit hohem Innenwiderstand drosselt den Stromfluss: Verbraucht ein Gerät kurzzeitig viel Strom, bricht die Akkuspannung wegen des hohen Widerstands zusammen – selbst wenn der Energiespender bis zum Rand geladen ist.

Ein „gesunder Akku“ mit niedrigem Innenwiderstand kennt dieses Problem nicht.

Hoher Innenwiderstand wirkt daher wie ein enger Flaschenhals, selbst bei voller Flasche kommt nur eine bestimmte Menge Flüssigkeit durch den Flaschenhals. Wird der Flaschenhals weiter verengt, (Erhöhung des Innenwiderstands durch falsche Behandlung, Alterung usw.) kommt immer weniger Flüssigkeit pro Zeiteinheit durch den Flaschenhals, obwohl die gleiche Menge Flüssigkeit (Energie) eingefüllt ist.



Das hat Auswirkungen auf die Arbeit des Empfängers und der Servos. Die Servos laufen langsamer und kraftlos, der Empfänger bekommt Probleme seine Arbeit zuverlässig zu verrichten, eigentlich vorhandene Energie bleibt ungenutzt.

Gute NiCd-Sinter-Akkus weisen einen niedrigen Innenwiderstand auf, er beträgt nur 4-10 Milli-Ohm. Diese Akkus werden für im Modellflug für Hochstromverbraucher wie E-Flugmotoren verwendet, sind aber auch für die Empfangsanlage erste Wahl. Selbst nach über 1500 Ladezyklen steigt der Innenwiderstand eines gut gewarteten NiCd-Akkus kaum an.

Deutlich schlechter schneiden NiMH-Akkus in diesem Bereich ab. Der Innenwiderstand liegt anfangs etwa zw. 20 bis 30 Milli-Ohm, erhöht sich jedoch in der Regel nach 300 bis 400 Ladezyklen um etwa 50 Prozent: Dann macht der NiMH-Akku schnell schlapp und wird u.U., gefährlich, denn das ist kaum erkennbar.

Akku-Typen im Detail.

NiCd: Ein NiCd-Akku ist aus drei Schichten aufgebaut. Die positive Elektrode besteht aus Nickelhydroxid und die negative aus (giftigem) Cadmium. Ein Separator hält die beiden Elektroden auf Abstand und enthält den Elektrolyten aus Kaliumhydroxid. Beide Elektroden sind mit dem positiven und negativen Anschluß (Pol) verbunden. Die Nennspannung einer Zelle (unter Belastung) liegt bei 1,2 Volt – bei Akkus mit höherer Spannung sind mehrere Zellen in Reihe geschaltet. Die Vorteile des NiCd-Akkus im Vergleich zu NiMH-Akkus sind die hohe Strombelastbarkeit und die Kältefestigkeit bis minus 15 Grad. Zudem läßt sich ein NiCd-Akku fünfmal schneller laden als ein NiMH-Akku – vorausgesetzt, Sie haben ein Ladegerät, das hohe Ströme liefert.

Als Nachteil erweist sich der Memory-Effekt. Die Selbstentladung kann sehr hoch sein, innerhalb von 24 Stunden verpuffen bis zu 22 Prozent der Energie.

Wird ein NiCd-Akku über zehn Stunden hinweg mit niedrigem Strom geladen und vor dem Laden nicht vollständig entleert, setzt ihn der Memory-Effekt schnell außer Gefecht: obwohl der Akku vollgeladen ist, versagt er unter Belastung. Der Grund: Metallische Kristalle lagern sich auf der negativen Elektrode ab. Dadurch verringert sich die Kapazität, der Innenwiderstand wächst und die Spannung bricht unter Belastung ein. Der Akku hält unter hoher Belastung nur kurze Zeit durch.

Laden Sie auf keinen Fall die müden NiCd-Akkus, sondern entladen Sie diese zunächst vollständig – am besten gelingt das mit einem computergesteuerten Ladegerät. Ist ein NiCd-Akku einmal durch die Memory-Effekt lahmgelegt, können Sie den Akku durch mehrmaliges Laden- und Entladen wieder reaktivieren: Der Memory-Effekt des NiCd-Akkus ist also reversibel.

NiMH: Diese Stromspender sind ähnlich wie NiCd-Akkus aufgebaut, jedoch wesentlich umweltfreundlicher. Die positive Elektrode besteht aus Nickelhydroxid, die negative aus einer wasserstoffspeichernden Metall-Legierung. Ein Separator trennt die beide Elektroden und enthält den alkalischen Elektrolyten (Kaliumhydroxid). Einziger chemischer Unterschied zu NiCd-Akku ist die wasserstoffspeichernde Legierung, die das giftige Cadmium ersetzt. Wie beim NiCd-Akku beträgt die Nennspannung einer Zelle 1,2 Volt, allerdings ist die Selbstentladung etwas geringer: Nach 24 Stunden gehen je nach Typ zwischen 6 und 16 Prozent der Ladung verloren.

Falsche Ladetechnik macht NiMH-Akkus launisch wie eine Filmdiva: Obwohl der Energiespender voll geladen ist, streikt er bereits nach kurzer Betriebszeit – der Lazy-Battery-Effekt schlägt zu. Den können sie aber außer Gefecht setzen, wenn der Akku ab und zu vor dem Laden vollständig entladen wird. Beim Lazy-Battery-Effekt sinkt die Akku Spannung bei Belastung sofort sehr tief – Unser Empfänger bekommt Probleme, die Servos laufen langsam und kraftlos.

NiMH-Akkus speichern bei gleichen Gewicht fast doppelt so viel Energie wie NiCd-Akkus. Doch Vorsicht bei der Anwendung in der Empfangsanlage, wenn viele Servos und vor allem Servos mit viel Kraft und hohem Stromverbrauch verwendet werden. Der Innenwiderstand von NiMH-Akkus ist höher als bei NiCd-Akkus, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen. Der Flaschenhals deutlich enger, die Abgabe von hohen Strömen stark behindert. Deshalb verwenden die Elektroflieger NiCd-Akkus. Nur diese Zellen liefern hohe Ströme, ohne daß die Spannung zusammenbricht.

Bei niedrigen Temperaturen im Winter ist dieser Akkutyp für die Empfangsanlage nicht verwendbar.

Volle Power für jeden Empfänger-Akku

NiCd- und NiMH-Akkus richtig laden: Nickel Akkus leben länger wenn man sie mit einem hohem Strom in etwa ein bis zwei Stunden mit einem computergesteuerten Schnell-Lader lädt. Zur Akku-Wartung muß die Ladestation den Stromspender nicht nur laden, sondern auch entladen (refreschen) können – so setzen Sie den Memory- oder Lazy-Battery.Effekt schachmatt. Wenn Sie Nickel-Akkus über mehrere Monate nicht verwenden wollen, sollten Sie diese entladen und im Kühlschrank bei etwa 0 bis 8 Grad Celsius lagern. Doch Vorsicht bei eisigen Minusgraden im Tiefkühlfach – sie schaden mehr als sie nützen.

Wichtig!

Schon im normalen Einsatz speichern die NiMH-Akkus im Laufe der Zeit immer weniger Energie und machen u.U. bereits nach wenigen Minuten Betrieb schlapp. Diese Situation tritt hauptsächlich dann ein, wenn sie den Akku häufig zwischendurch nachladen – der Lazy-Battery-Effekt schlägt zu. Gefährlich wird es vor allem deshalb, weil der Absturz erst nach einiger Zeit erfolgt und man oft nachher am Boden eigentlich nichts feststellt.

Dagegen können Sie folgende Maßnahmen ergreifen: Im Menü bieten viele Computerladegeräte ein NiMH-Akkupflegeprogramm, das den Stromspender aufpeppt. Dabei wird der Akku vollständig entladen und anschließen vollgeladen. Bietet ihr Ladegerät diese Funktion nicht, dann lassen Sie den Energiespender einfach leer laufen, bis die Servos deutlich Probleme beim Stellen haben und laden anschließend den Akku.

Alte Nickel-Akkus ausmustern

Um die guten von den schlechten Zellen zu trennen, benötigen Sie lediglich ein Digital-Multimeter. Mit diesem Messgerät überprüfen Sie die Leerlaufspannung der Akku-Zellen: Messen Sie nach dem Laden mehr als 1,68 Volt, gehört der Akku in den Sondermüll.

Ladegeräte

Nickel-Akkus benötigen Ladegeräte, die man in drei Gruppen einteilen kann – Langsamlader, Schnell-Lader und Reflexlader. Langsamlader beschicken Akkus mit geringen Strom, die Ladezeit dauert 14 bis 16 Stunden. Diese Geräte werden für Empfängerakkus häufig eingesetzt und sind OK für Standard-Empfängeranwendungen, wie sie bis vielleicht vor 5 Jahren noch üblich waren. Für heutige Anwendungen und Servos ist diese Methode nicht geeignet, z.B. wenn ein Modell mit vielen und starken Servos betrieben wird.

Schnell-Lader eignen sich optimal für NiCd- und NiMH-Akkus. Sie füllen den Stromspender in 20min bis etwa eine Stunde und bieten z.T. spezielle Wartungsprogramme, um müde Akkus wieder topfit zu machen. Den Ladevorgang überwacht der Mikrocontroller im Gerät: Wird ein Akku mit hohem Strom geladen, steigt die Spannung an, bis der Maximalwert – der so genannte Peak (zirka 1,48 Volt pro Zelle) – erreicht ist. Wegen chemischer Prozesse im Akku bricht die Spannung dann ein, etwa 15 bis 20 Millivolt unter dem Peak schaltet das Ladegerät den Strom ab – der Stromspender ist voll. Dieses Ladeverfahren nennt man deshalb Delta-Peak-Ladeverfahren.

Reflexlader sind ebenso gut geeignet als Schnell-Ladegeräte für NiCd- und NiMH-Akkus. Der Vorteil: Nickel-Akkus können in jedem Ladezustand geladen werden. Auch diese Lader verwenden das Delta-Peak-Verfahren, um zu erkennen, wann der Akku voll ist. Anstatt des konstanten Ladestroms kommt hier ein gepulster Strom zum Einsatz, und das funktioniert so: Zunächst schaltet der Reflexlader den Ladestrom 980 Millisekunden lang ein und dann für 5 Millisekunden aus. Es folgt eine kurze Entladephase von weiteren 5 Millisekunden, wobei der Entladestrom rund drei- bis fünfmal so hoch ist wie der Ladestrom. In den folgenden 10 Millisekunden prüft der Reflexlader (gemäß Delta-Peak), ob der Akku bereits voll geladen ist – wenn nicht, wiederholt sich der Ladezyklus.

Entwicklung bei den Servos

Hier ist die Veränderung mit wenigen Worten erklärt: Servos wurden vor allem in den letzten 5 Jahren erheblich kräftiger und schneller. Erreicht wurde dies durch bessere Mikro-Motoren und bessere Elektronik im Servo. Glauben Sie niemanden der Ihnen erzählen will, daß das geht ohne höheren Stromverbrauch, die Physik läßt sich hier nicht überlisten. Damit Sie die technischen Angaben bei Servos besser bewerten können hier einige Erläuterungen:

Stellkraft

Damit kann ein Servo ein bestimmtes Gewicht, z.B. 3,5Kg, an einem Hebelarm von 1 cm hochheben. Angaben manchmal in N/cm oder Kg/cm

Haltekraft/Haltemoment

Damit wird angegeben, bis zu welcher Kraft ein Servo belastet werden kann bis es sich messbar aus der Neutralstellung bewegen läßt. Diese Kraft wird nur sehr selten angegeben, kein Wunder, denn diese ist bei normalen Servos deutlich geringer als die Stellkraft. Angaben manchmal in N/cm oder Kg/cm

Stellzeit

Hier wird die Zeit gemessen die ein Servo benötigt um den Servohebel um einen bestimmten Winkel zu bewegen. Achtung! Hier gibt es leider keine Definition, manche Hersteller geben hier die Stellzeit für 60Grad an, andere für 45 Grad. Außerdem kann es sein, daß die angegebene Stellzeit sich auf Betrieb mit 5 Zellen bezieht anstatt wie normal auf Betrieb mit 4 Zellen, hier beim Vergleichen also vorsichtig sein.

Auflösung

Dieser Wert gibt an (wenn überhaupt angegeben), wieviel (/wiewenig) Prozent des Gesamtwegs als kleinster Stellweg möglich ist. Beste Analog Servos erreichen hier bis zu 0,3%, können also den Gesamtweg in ca. 330 kleine Schritte aufteilen. Digitalservos können bis zu drei mal besser sein.

Leerlaufstromaufnahme

Gibt an wieviel Strom fließt, wenn das Servo läuft ohne jegliche Belastung

Blockierstrom/Maximalstrom

Gibt an, wieviel Strom fließt, wenn das Servo an seiner Belastungsgrenze blockiert wird.

Die Technik bisheriger Analogservos war sicher ziemlich ausgereizt, man muß durchaus auch anerkennen, daß die Servos schon hervorragende Werte erreicht hatten.

Digitalservos

Um Servos weiter zu entwickeln, war also eine neue Technik angesagt, die sog. Digitalservos. Diese haben nun noch bessere Werte, ob das notwendig war sei einmal dahingestellt. Konzentrieren wir uns daher auf das, was Digitalservos in der Praxis für Vor- und vielleicht Nachteile haben.

Mechanisch hat sich praktisch nichts geändert, die (analog)Motoren werden jetzt aber von einer digitalen Elektronik angesteuert. Wurde das Stellsignal zum Motor früher im Takt der Übertragungsrate erneuert (ca. 50 x pro sek), so können digitale Elektroniken diese Erneuerung deutliche häufiger (ca. 300x pro sek.) durchführen. Betrachten wir die Daten vergleichbarer Analog- und Digital-Servos, fällt nicht unbedingt die höhere Stellkraft auf, sondern vor allem das höhere Haltemoment. Genau hier liegen die deutlichen Fortschritte, welche Digitalservos bieten. Stellkraft und Haltemoment liegen deutlich weniger auseinander als bei Analogservos. Das erklärt vielleicht, warum dieser Punkt bei Digital--Servos dann angegeben wird.

Ein weiterer Vorteil von Digitalservos ist die sehr hohe Auflösung. Digitalservos können hier bis zu 0,1% oder besser erreichen, die Grenzen der Poti-Auflösung sind jedenfalls erreicht.

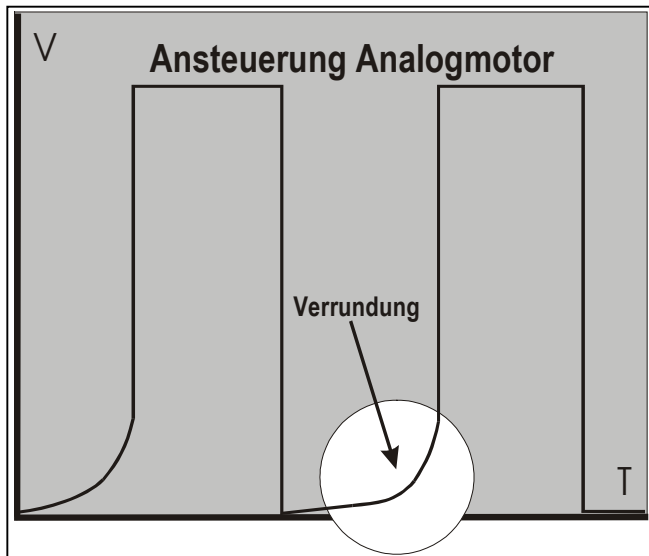
Der gravierende Unterschied zwischen Digital- und Analogservo besteht also darin, daß Digitalservos schon bei leichtester Gegenkraft gegen den Servohebel beginnen, dagegen zu stellen und das mit erheblich mehr (Halte)Kraft als Analogservos das jemals könnten.

Daß dies alles nicht ohne höheren Stromverbrauch, obwohl nicht unbedingt dramatisch mehr, möglich ist, muß klar sein. Von nichts kommt nichts.

Leider drücken dies die technischen Angaben nicht aus, und wer den Stromverbrauch von Servos nur vom Blockierstrom her ausrechnet, liegt da u.E. völlig falsch, denn ein Servo, welches schon früher und mit größter Kraft gegen ein Kraft am Hebel stellt, wird zwangsläufig mehr Energie aufwenden.

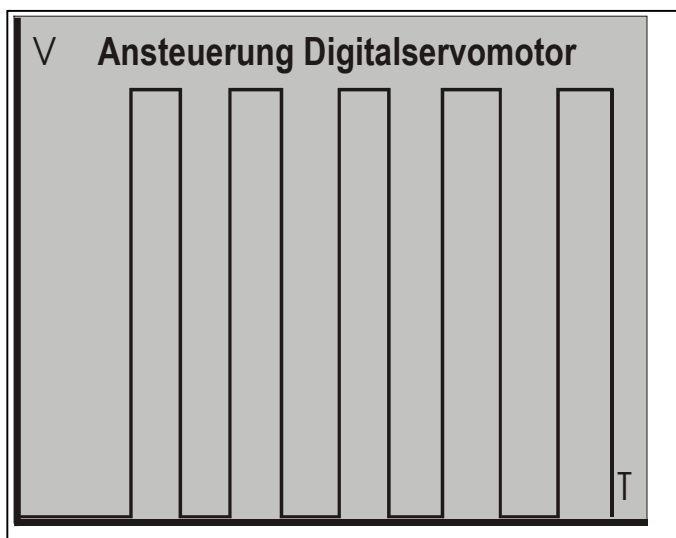
Der etwas höhere Stromverbrauch von Digitalservos ist aber nicht das Hauptproblem damit, sondern die Art und Weise, wie diese Servospitzenleistungen erreicht werden.

Ansteuerung eines Servomotors im Analog-Servo



Jeder Motor-Ansteuer-Impuls steigt erst langsam an (Verrundung), um dann voll aufzusteuern. Systembedingt ist diese Verrundung nicht zu umgehen und hat auch etwas mit dem Abbremsen einer Servobewegung zu tun. Die „Weichheit“ und Auflösungsgrenze von Analogservos läßt sich so erklären, denn wenn die Spannung für den Motor nur langsam aufgebaut wird, können kleine Veränderungen nicht gegengesteuert werden und die Kraft dem Motors kann sich nicht schlagartig aufbauen.

Ansteuerung eines Servomotors im Digital-Servo



Im Vergleich zu Analogservos finden beim Digital-Servo erheblich mehr Ansteuerimpulse pro Zeiteinheit zum Motor statt und die Motoren werden ohne Verzögerung mit voller Kraft angesteuert, entwickeln also auch Ihre Kraft sofort. Damit läßt sich eine erheblich höhere Auflösung erzielen und die Haltekraft steigt immens.

Vergleicht man die Stellbewegungen von Analog- und Digitalservos, erreichen Digitalservos häufiger die „Umpolgrenze“ als Analogservos. Wo Digitalservos eine (kleine) Bewegung schon wieder in ihre Gegenrichtung umsteuern, um präzise zu stellen, sind Analogservos bei kleinen Bewegungen zu langsam und zu ungenau, um überhaupt an diese Grenze zu kommen. Umpolen einer Bewegung bedeutet aber für kurze Zeit Blockierstrom bzw. Maximalstrom.

Analysiert man nun die Behauptungen der einen Seite: „Digitalservos haben einen erheblich höheren Stromverbrauch“ und der Gegenseite: „Digitalservos benötigen kaum mehr Strom als Analogservos“, so muß man nun beiden Seiten sagen keiner hat Recht bzw. Unrecht.

Vergleicht man den entnommenen Strom aus dem Empfänger-Akku nach einer definierten Betriebszeit, ist das bei (vergleichbaren) Digitalservos nicht um soviel mehr, als daß das manche Schreckgespenste erklären könnte, die den Digitalservos anhaften.

Tatsache ist, da immer wieder darüber diskutiert wird, muß auch ein Grund für die oft geschilderten Probleme vorliegen.

Aus unserer Sicht läßt sich aber der Grund einfach erklären, denn der relevante Unterschied ist nicht der Stromverbrauch, sondern die Art und Weise, wie der Empfänger-Akku die Energie zur Verfügung stellen muß.

Am Flaschenhalsbeispiel wird klar, daß ein weiter Flaschenhals die gleiche Menge Flüssigkeit in kürzerer Zeit durchläßt als ein enger Flaschenhals. Eine Stromversorgung der Servos, die mit Akkus mit hohem Innenwiderstand arbeitet, kann die selbe Menge Energie nicht in kurzer Zeit zur Verfügung stellen. Kurz gesagt:

Akkus mit hohem Innenwiderstand sind zu langsam

Schlimm daran ist nicht unbedingt, daß die teuren Servos dann gar nicht die mögliche Leistung entfalten können. Das größere Problem liegt darin, daß die Spannung dabei zusammen bricht und mit diesen dann ständigen Spannungseinbrüchen muß der Empfänger seine Arbeit verrichten. Das geht nur bis zu gewissen Grenzen wirklich gut, das Gefährliche daran ist, daß dies leider am Boden oder bei einem normalen Reichweitentest nicht erkennbar ist.

Unabhängig vom Innenwiderstand des Akkus, aber genauso wichtig, gibt es dann noch die zwischen Akku und Servomotor befindlichen Einrichtungen, welche die Energie vom Akku zum Servomotor transportieren müssen.

Auch hier können diese „schnellen Energiespitzen“ erheblich „eingebremst“ werden. Dünne Kabel, lange Kabel, Schalter, viele Steckverbindungen, all das ist Widerstand mit Flaschenhals-Effekt, die Energieversorgung wird „langsam“.

Im Ergebnis laufen die Servos wie schon erläutert ohne die mögliche Kraft und der Empfänger zeigt Wirkungen, die nach einem Absturz nicht mehr nachvollziehbar sind, denn dann sind die Flugbelastungen weg, die Energie kann für diese geringe Belastung schnell genug zu den Verbrauchern, den Servos gelangen.

Erklärt das manche Abstürze? Wir denken schon.

Stromversorgung komplett

Betrachten wir also die Stromversorgung vom Akku bis zum Servomotor, stellen wir fest, daß, obwohl sich der Energiebedarf schon für heutige Durchschnittsanwendungen deutlich schneller aufbaut als früher, das Akkukabel immer noch gleich dünn ist, die Schalter noch die Selben sind, die Stecker sind noch die Selben usw. usw. Und glauben Sie nicht, daß dickere Servokabel das Problem lösen, der Steckkontakt bleibt der Flaschenhals, da kann das Kabel noch so dick sein.

Unsere Probleme sind also nicht die Digitalservos, sondern die ausreichend schnelle Zurverfügungstellung der Energie. Das, was hier jahrelang ausreichend war, funktioniert eben nun nicht mehr.

Die übliche Steckverbindung, ob nun JR oder Futaba oder Uni-Stecker mit JST-Kontakten, kann mit max. 1A Strom belastet werden ohne warm zu werden. Bei höherem Strom wird die Energie in Wärme am Kontakt umgesetzt, die Spannung fällt ab, die Energie erreicht nicht den Servomotor, s.o.

Beim Servostecker mögen 1 A ja noch ausreichen, nicht aber beim Akkustecker, denn alle Servos werden im Normalfall mit nur einem Akkustecker am Empfänger versorgt. Da wird der Akkustecker zum engen Flaschenhals, der einfach die notwendige Energie nicht schnell genug durchläßt.

Mögen die Servos noch so schnell, teuer und kräftig sein, der Akku noch so gut und groß, wenn kein Strom fließen kann, hat man das Geld für all das umsonst ausgegeben, die Leistungsangaben der Servos verkommen zur bloßen Theorie, der teure Akku könnte auch durch eine billige Batterie ersetzt werden. Großmodelle sind so nicht zu betreiben, die notwendige Kraft für die Ruder der Großmodelle ist trotz teurer Servos und Akku nicht vorhanden.

In der Gesamtbetrachtung wird nun schnell klar, daß speziell NiMH-Akkus für die Versorgung der Empfangsanlagen nur sehr bedingt geeignet sind, vor allem nicht bei Verwendung von Kraft-, Speed und Digitalservos und Betrieb im Winter.

Aber Achtung: Es gibt durchaus auch NiCd-Akkus, die einen hohen Innenwiderstand haben, z.B. gelbe Sanyo Akkus usw, usw. Verwenden Sie daher für die Empfangsanlage keine Billig-Akkus, sondern nur Akkus, die auch im Elektroflug eingesetzt werden als Antriebsquelle.

Empfehlung für sichere Stromversorgung der Empfangsanlage

Wer hier auf Nummer sicher gehen will sollte zumindest bei Modellen mit mehr als drei Servos der Standardgröße die folgenden Empfehlungen ganz oder zum Teil berücksichtigen:

1. Grundsätzlich Empfängerakkus mit niedrigem Innenwiderstand verwenden, am besten Nicd-Akkus mit Sinterzellen.
2. Kabel vom Akku zum Empfänger immer so kurz wie möglich
3. Kabelquerschnitte vom Akku zum Empfänger bis 5 Einfach-Servos min $0,35\text{mm}^2$, bei 5 Kraft-Servos $0,5\text{mm}^2$, bei mehr als 5 Kraft-Servos mind. 1mm^2
4. Anzahl der Steckverbindungen minimieren
5. Möglichst Hochstromsteckverbindungen verwenden
6. Mindestens doppelte Zuführung des Akkusteckers zum Empfänger

All das erleichtert nicht nur Ihren Servos die Arbeit, sondern vor allem auch Ihrem Empfänger. Modellfliegen wird wieder ein Stück sicherer.

Wenn wir durch diese Informationen wieder ein paar Abstürze verhindert und frühere Abstürze erklärt haben ist unser Ziel erreicht.