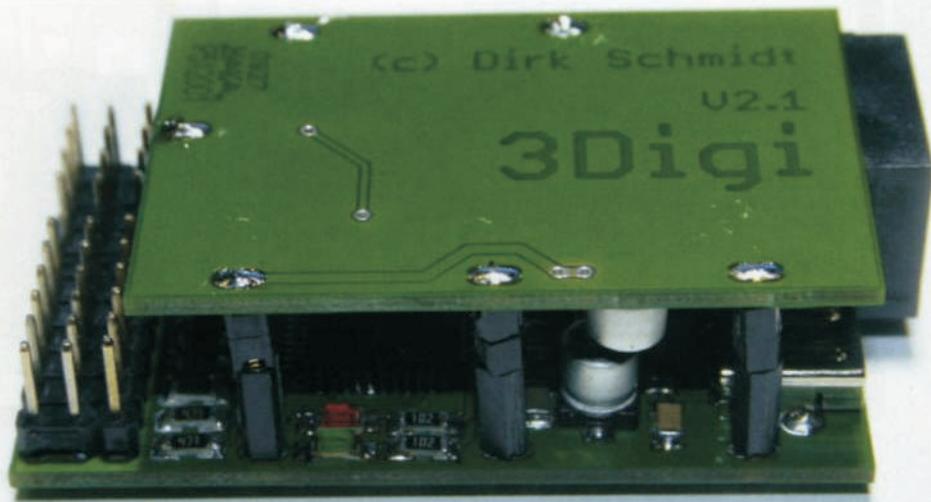


# FLY BAR LESS



## ZUM GYRO-PREIS

++ 3Digi Selbstbau-Flybarless-Elektronik ++ 3Digi Selbstb

**Als bekennender Liebhaber paddelloser RC-Helis lese ich viel über die Systeme, die der Markt bietet und die weiteren Entwicklungen. Im Herbst 2009 stieß ich dann im Internet auf eine Seite, deren Inhalt ich zunächst nicht glauben wollte: Ein Flybarless-Stabilisierungssystem im Eigenbau? Und das Ganze angeblich für unter 200 Euro.**

**Autor: Chris Domes**

**N**ach einigen weiteren Recherchen und E-Mail-Austausch mit dem Entwickler Dirk Schmidt war klar: Das muss ich selbst probieren!

### Die Entwicklung

Bereits im Juni 2007 entschloss sich Dirk Schmidt, da der Markt damals nur sehr wenige und

teure Stabilisierungssysteme anbot, eine Eigenentwicklung zu wagen. Schritt für Schritt wurde das Problem der Fluglagen-Stabilisierung auf drei Achsen zunächst in einzelne Komponenten „zerlegt“ und auf Steckbrettern erste Schaltungen entwickelt. Dazu kamen entsprechende Weiterbildungen im fachlichen Bereich,

Ausbau der Programmierkenntnisse und Experimente mit Microcontrollern. Nach dem Umschiffen diverser Probleme, wie dem des Taumelscheiben-Mischers, konnte bereits ein knappes halbes Jahr später das erste Testprojekt an den Start gehen, aus dem über einige Entwicklungsstufen mit fortschreitender Miniaturisierung der gewählten Bauteile das heute verfügbare 3Digi entstand. Dabei unterstützt wurde Dirk Schmidt von Olaf Skibbe. Er übernahm insbesondere den logistischen Teil, also die Beschaffung der nötigen Teile für einen solchen Bausatz. Außerdem kümmerte er sich um die Lösung technischer Probleme im Aufbau des Systems, wie z.B. sogenannte User-produced-Errors sowie die Fehlersuche und dergleichen.

Mittlerweile wird das Team durch einige freiwillige Testpiloten ergänzt, die weitere Entwicklungsschritte im praktischen Betrieb prüfen und so

helfen, das Projekt noch weiter zu perfektionieren. Dabei steht das 3Digi-Projekt nach wie vor unter einem nicht-kommerziellen Aspekt, das heißt es wird nicht gewerblich ausgeübt und der Bausatz ist nicht „ab Lager verfügbar“, sondern wird im Rahmen von Sammelbestellungen in bestimmten Intervallen bereitgestellt.

Wer ein solches System gerne aufbauen möchte, kann eine unverbindliche Reservierung über die Website tätigen – es wird dann gewartet, bis genügend Reservierungen für eine Sammelbestellung eingetroffen sind. Die Lieferung ist in jedem Fall garantiert.

### Der Bausatz

Die Teile kommen im Luftpolster-Umschlag an. Der Bausatz besticht durch akribisch aufgereichte Bauteile – ideal auch für Modellbauer, die keine oder nur geringe Erfahrungen im Elektronikbereich haben, denn gerade die SMD-Bauteile sind oftmals nicht einfach zu iden-

tifizieren. Hier wurde wirklich Wert darauf gelegt, alles eindeutig zu halten. Die zugehörige Aufbauanleitung sowie die Einstell-Software findet man zum Download auf der Website [www.3Digi.de](http://www.3Digi.de). Ein Papierausdruck der Anleitung ist unabdingbar für den Aufbau, da man bei einigen Bauschritten sowohl die Beschreibung wie auch die zugehörigen Abbildungen parallel benötigt.

Die PCBs (Printed Circuit Boards = Platinen) sind in Industriequalität gefertigt und beidseitig kupferbeschichtet, das heißt an einigen Punkten des Aufbaus ist darauf zu achten, dass eine saubere Kontaktierung auf beiden Seiten der Platine erfolgt, wenn an diesem Bauteil auf beiden Seiten des PCB Kupferbahnen kontaktiert werden.

Es wurde auch bei den Kleinteilen definitiv an alles gedacht: Angefangen vom Geflechschlauch zum Schutz der Sensorik-Leitung bis hin zu Schrumpfschlauch für die Isolierung diverser Kontaktierungen liegt alles bei.

### Der Aufbau

Folgt man der Anleitung, so kann man eigentlich nichts falsch machen. Das Team um Dirk Schmidt hat sich hier größte Mühe gegeben, auch Unerfahrenen den Aufbau möglichst plastisch darzustellen, um einen schnellen Erfolg zu garantieren. An zwei Stellen fiel mir jedoch auf, dass ein Hinweis etwas spät erkennbar war und früher im Text sinnvoll gewesen wäre. Daher sollte der interessierte Nachbauer auf jeden Fall sich die Zeit nehmen, die Aufbauanleitung einmal komplett durchzulesen, bevor er das erste Bauteil auf die PCBs setzt. Dieser Rat gilt auch bei aktualisierter Anleitung, einfach um während des Aufbaus nicht an Verständnisproblemen hängen zu bleiben.

Der Aufbau selbst ist dann an zwei Bastel-Nachmittagen zu bewältigen, ohne jede Hetze. Wer bereits Erfahrungen mit dem Löten von SMD-Bauteilen hat, wird dies auch in der halben Zeit schaffen. Wer weniger Lötterfahrung hat, sollte sich nicht unter Druck setzen und auch die Zeit noch einplanen, sich die diversen verlinkten Hilfestellungen auf [www.3digi.de](http://www.3digi.de) zum Löten von SMD-Teilen anzusehen.

### Löt-Equipment

Zum Löten selbst ist kein spezielles SMD-Equipment notwendig, es sollte aber zumindest eine geregelte Lötstation mit guten Lötspitzen zur Verfügung stehen, alternativ eine SMD-Lötnadel. Ebenso empfiehlt es sich, sich einen sogenannten Flussmittel-Stift zu beschaffen, sowie Lötzinn mit 0,5 mm Durchmesser (entweder ordinäres SN60PB, das eigentlich in der industriellen Fertigung nicht mehr verwendet wird, oder RoHS-konformes bleifreies Lot mit möglichst geringem Zinnanteil und hohen Fremdanteilen, da diese eine bessere Flussfähigkeit besitzen als Legierungen mit hohem Reinzinn-Anteil). Wer SMD-Erfahrung besitzt, wird eventuell sogar SMD-Lötpaste greifbar haben, womit der Aufbau sehr schnell und zuverlässig möglich ist.

### Netzteil

Sind die Grundvoraussetzungen geschaffen, widmet man sich zunächst dem Netzteil des 3Digi. Diese Platine ist schnell bestückt und verlötet, hier haben die Bauteile noch relativ große Kontakt-Rastermaße, und der Ungewübte erhält seine ersten Erfahrungen im SMD-Löten. Nach der Fertigstellung empfiehlt es sich, sofort eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit durchzuführen, um später diesen Schritt als erledigt abhaken zu können. Eine entsprechende Anleitung fin-

det sich in der ausführlichen Aufbauanleitung.

### CPU

Nach der Fertigstellung des Netzteils kommt die eigentliche CPU dran. Hier werden integrierte Schaltungen mit kleinerem Kontaktraster verwendet, was teils schon etwas tricky zu löten ist. Hier kommt auch auf jeden Fall der Flussmittel-Stift zum Einsatz. Die Kontaktflächen auf dem PCB werden mit dem Flussmittel großzügig benetzt, das jeweilige IC aufgesetzt, ausgerichtet und an einem Eckkontakt mit einem Lötspitzen fixiert. Nachdem man die Ausrichtung nochmals geprüft und gegebenenfalls korrigiert hat, setzt man diagonal den zweiten Lötspitzen, um die Position zu fixieren. Nun wendet man

sich den noch nicht angehefteten Kontaktseiten zu und zieht mit Lötzinn eine Raupe über alle Kontakte. Dank des zusätzlichen Flussmittels zieht das Lot zuverlässig in die Kontaktfugen, überschüssiges Lot wird mit der Lötspitze zu einer unbestückten Platinenseite hin weggezogen. Was danach noch übrigbleibt und Kontakte überbrückt, entfernt man am besten mit einer Löt-Sauglitze.

Sind alle Bauelemente bestückt, platziert man die Steckverbinder, mit denen das Netzteil mit der CPU verbunden wird und bringt diese nach Anleitung auf die nötige Länge.

Erwähnenswert ist an dieser Stelle noch, das beim Verlöten der USB-Buchse und der

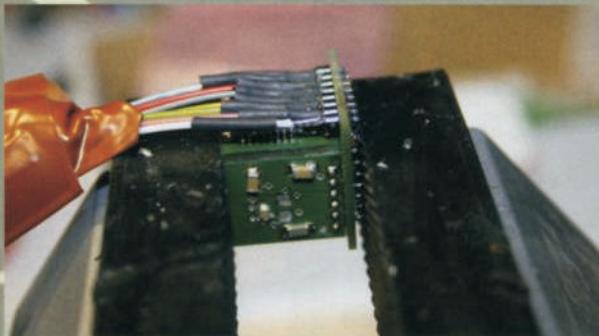


Ordentlich verpackt und beschriftet kommt der Bausatz zum Kunden.



Links die Platine mit der CPU. Auch die Bauteile für die Stromversorgung sind schon auf die Leiterplatte gelötet (rechts).

# Test 3Digi Flybarless- Bausatz



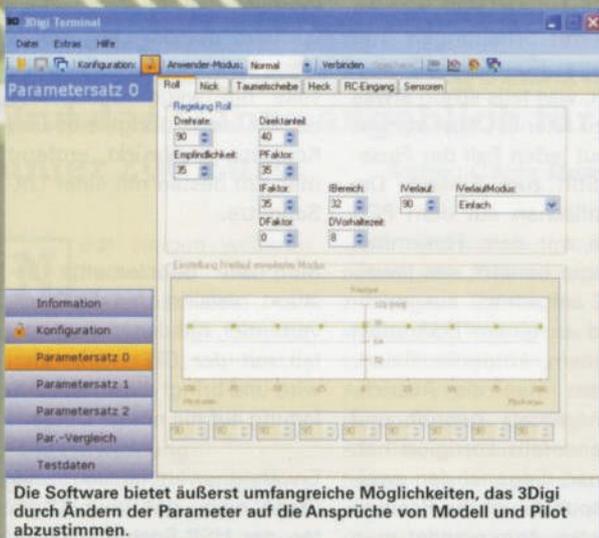
Beim Lötten des Sensor-Würfels wird es wegen der hohen Integrationsdichte schon etwas kniffliger.



Die Lötarbeiten sind beendet. Links das 3Digi-System und rechts der Sensor-Würfel, der noch ein Kunststoffgehäuse erhält.



Die sehr erfolgreichen ersten Testflüge absolvierte das 3Digi im Mini-Titan von Thunder Tiger.



Die Software bietet äußerst umfangreiche Möglichkeiten, das 3Digi durch Ändern der Parameter auf die Ansprüche von Modell und Pilot abzustimmen.

Anschlussbuchse für die Sensorik sehr sorgfältig gearbeitet werden muss. Es empfiehlt sich, bei der RJ-Buchse das zugehörige Anschlusskabel nach Einlöten der Buchse einzustecken und die einzelnen Kontakte auf Durchgang zu prüfen (Multimeter im Ohm-Messbereich). Sollten Kontakte hier nicht richtig verlötet sein, das Lötzinn am besten weitestgehend entfernen, Flussmittel hinzufügen und mit höherer Temperatur und Zugabe von neuem Lot nachlöten, bis alle Leitungen einen „0-Ohm-Durchgang“ haben.

Hat man die beiden Platinen „verhochzeit“, ist man auch schon verleitet, die Einheit in Schrumpfschlauch zu verpacken – hier heißt es, sich selber noch etwas zu zügeln, da es eine etwaige spätere Fehlersuche vereinfacht, wenn man die Module nochmals trennen kann. Eine Fixierung durch Gummiringe oder Klebandstreifen reicht erst mal vollkommen aus.

### ☰ Sensor-Würfel

Für das Lötten des Sensor-Würfels empfiehlt sich ein Mini-Schraubstock oder eine „dritte Hand“ (Krokoklemmen-Halter), da hier eine hohe Integrationsdichte auf eine sehr kleine Fläche stößt. Die wenigen Bauteile sind schnell aufgebracht und verlötet. Besondere Sorgfalt wird beim Verlöten der einzelnen Platinen gefordert, da diese möglichst genau rechtwinklig zueinander stehen sollten. Gegebenenfalls sollte man die PCBs auf Überreste von Trennstegen, die beim Teilen der Platinen stehen geblieben sind, untersuchen und solche mit einer feinen Feile (180er oder höher) entfernen und auf Winkligkeit der jeweiligen Platine achten.

Der Einbau des fertig verlöteten Platinen-Sets in den Ge-

häusewürfel bedarf auch ein hohes Maß an Präzision, da an dieser Stelle ein unsauberer Einbau Probleme hervorrufen kann, die für den Piloten ohne Weiteres nicht zu lokalisieren sind – und bei einem fertig versiegelten Sensor-Würfel auch schwer zu beheben sind.

### ☰ Software

Die Software gibt sich betont offen. Die Parameter-Flut ist gewaltig, doch dank der guten Erklärungen traut man sich auch, die möglichen Einstellungen auszuprobieren. Man muss aber ganz klar sagen, dass dieses Projekt zum Mitdenken auffordert – es ist nichts für Piloten, die ein Ready-to-fly-System wollen. Hier ist wirklich Lesen, Verstehen und Probieren angesagt, was aber durch die gute Beschreibung sehr viel Spaß macht. Ich gehe dabei sogar so weit zu sagen, dass man anhand dieses Projekts die Zusammenhänge in dieser komplexen Regelelektronik zu verstehen beginnt – zumindest soweit, dass man die Software auch bedienen kann und weiß, wo man gegebenenfalls mal einen Wert um einen oder zwei Klicks verändern muss.

### ☰ System-Prüfung

Sind Sensor-Würfel und Elektronik soweit fertiggestellt, die Überprüfung des Netzteils erfolgreich abgeschlossen und dieses mit der CPU verheiratet, kann die erste Grundüberprüfung des Systems erfolgen. Hierbei ist wichtig, dass das System ohne Servos an den USB-Port des PC angeschlossen wird. Der Sensorwürfel sollte in einer aufrechten Position stehen und eine Empfängerstromversorgung an das 3Digi angeschlossen sein. Direkt nach dem Start der Software und dem Verbinden mit dem 3Digi erkennt diese selbstständig, dass die Erstinbetriebnahme erfolgt und verlangt nach der Kalib-

rierung der Sensoren. Diese wird automatisch durchgeführt und ist durch den User nur zur Ausführung zu bestätigen. Verläuft dies fehlerfrei, wird die Firmware mit den Werkseinstellungen installiert und 3Digi ist bereit für den Einbau in den Heli.

#### Der Einbau

Im Grunde genommen erfordert der Einbau keine besonderen Punkte, auf die zu achten wäre – verglichen mit anderen Stabi-Systemen ist genauso zu verfahren. Der Heli muss mechanisch bestmöglich eingestellt sein, die Verbindungskabel vom Empfänger zum 3Digi angefertigt sein und wer die integrierte Bankumschaltung nutzen möchte, sollte an diese zusätzlich benötigte

nicht nach denen des Senders geschehen.

Für einige Helimodelle bietet Dirk Schmidt auf seiner Website bereits fertige Presets an, die von Helipiloten online gestellt wurden. Diese können hilfreich sein, um eine bereits recht gut fliegbare Grundeinstellung des Systems zu erreichen, an der der Pilot lediglich noch Feinheiten nach den eigenen Ansprüchen ändern muss. Diese „Datenbank“ wird kontinuierlich gepflegt und natürlich freuen sich Dirk Schmidt und Team über neue Presets oder Einstellungen für noch nicht gelistete Modelle seitens der aktiven Nutzer des Systems.

#### Fliegen mit 3Digi

In meinem Fall war der Erstflug wenig spektakulär. Ich hatte ein halbwegs passendes Preset gefunden und dieses auf das System geladen. Ein erstes Testschweben im Hof zeigte ein etwas träges Verhalten, aber durchaus fliegbar. Ein paar Parameter wurden geringfügig geändert und es zeigte sich sofort, dass ich verkehrt dachte und der Heli noch träger wurde – also wurde in die andere „Richtung“ korrigiert und schon stand der Heli erstaunlich stabil in der Luft.

Anschließend wurde noch das Verhalten auf Lastwechsel getestet und die Einstellungen für das Heck nach eigenen Wünschen modifiziert, dann konnte es schon an den ersten Rundflug gehen. Es war kein Trimmflug nötig und man muss auch nicht auf irgendwelches Zucken der Servos warten, um auf die Betriebsbereitschaft schließen zu können. Ist das 3Digi aus irgendwelchen Gründen noch nicht flugbereit, werden die Servos einfach nicht angesteuert – hier kann es also gar nicht zu Fehlern wie zu frühem Abheben kommen. Das System schaltet

erst scharf, wenn alle bei der Initialisierung geprüften Werte okay sind. Natürlich wollte ich so schnell wie möglich wissen, wie gut das System auf extreme Änderungen reagiert. Dazu installierte ich extra einen zu schweren Flugakku in dem mit dem 3Digi-System ausgestatteten Mini-Titan. Beim „leicht werden“ des Helis merkte man sofort, dass das Heck abhebt und die Nase weiter in Richtung Boden will – ein beherztes Pitch-Erhöhen, der Heli hebt ab und steht sofort sauber und waagrecht in der Luft. Roll- und Nickreaktionen bleiben von dem Mehrgewicht im stationären Flug nahezu unberührt, erst bei Flips oder Rollen merkt man, dass es nicht ganz so „rund“ läuft wie mit korrektem Schwerpunkt. Trotzdem fliegt sich das 3Digi absolut präzise, was mich wirklich erstaunt hat. Ein Vergleich zu den Systemen namhafter Hersteller ist daher durchaus angebracht, und da braucht sich 3Digi nicht zu verstecken. Die Software bietet äußerst umfangreiche Einstellmöglichkeiten – hier ist sehr präzises Feintuning möglich. Das wirkt zunächst zwar etwas unübersichtlich, einmal richtig eingestellt, wird man sich aber die Benutzeroberfläche der Software nicht mehr oft anschauen. Es sei denn, man verfällt der Sucht, die das Flybarless-Fliegen auslösen kann, und rüstet seine Helis alle nach und nach mit dem 3Digi aus.

#### Resümee

Für mich stellt dieses sehr interessante Projekt, das auch für Nicht-Elektroniker durchaus durchführbar ist, eine echte Alternative zu einigen deutlich teureren Systemen auf dem Markt dar – auch wenn das 3Digi nicht ganz so kompakt und in Alu verpackt ist oder mit OLED-Display aufwartet. Aber hier ist ja noch Spielraum – und da Dirk Schmidt

und Olaf Skibbe das Projekt bereits vor fast drei Jahren aus der Taufe gehoben haben und bis heute ständig verbesserten, könnte da auch noch die ein oder andere Überraschung in absehbarer Zeit auf die 3Digi-Gemeinde zukommen. Insbesondere Funktionen wie der virtuelle Cyclic-Ring und die Pirouettenoptimierung machen das 3Digi zu einem wirklich interessanten System zum attraktiven Preis. Die nächste Entwicklungsstufe ist bereits in Arbeit: Die Sensoren sollen ähnlich wie bei anderen Mini-Systemen mit in das CPU-Gehäuse wechseln, das ganze System wird so noch kompakter und ist dann auch bei kleineren Helis einfacher zu installieren. Der Prototyp durchläuft bereits die Testphase – es wäre toll, wenn Dirk Schmidt es tatsächlich schafft, die neue Version noch rechtzeitig zum Saisonstart bereitstellen zu können. 

„Eine echte Alternative zu einigen deutlich teureren Systemen auf dem Markt.“

Steuerleitung zu einem freien Empfängerkanal denken. Wichtig ist, dass der Heli möglichst vibrationsfrei läuft, man sollte auch ein entsprechend geeignetes Pad für die Befestigung des Sensorwürfels auswählen. Klettband ist nur für die Montage der CPU ein probates Mittel.

Sind alle Einbaumaßnahmen abgeschlossen und ist die Verkabelung komplett fertiggestellt, erfolgt die Grundeinstellung. Hierbei sollte vor allem auf den Abgleich der Eingangswerte mit den Gebersignalen geachtet werden. Das bedeutet, am Sender sind zunächst sämtliche Mischer und Trimmwerte für den Modellspeicher zu löschen und nach den Anzeigewerten der Einstellsoftware (Ruderausschläge und Servomitte) vorzunehmen. Dies muss nach den Anzeigen der Software,

## Technische Daten

Hersteller: 3digi  
 Bausatz-Preis: ca. 170,- €

#### // Allgemeine Daten

System: 3-Achs Rigid  
 Sensoren: MEMs  
 Größe CPU ca. 54x30x20 mm  
 Größe Sensor 25x25x25 mm  
 Gesamtgewicht ca. 40 g  
 Kanäle: 6 Eingangskanäle  
 Signal: Summensignal unterstützt  
 Parametersätze: 3 Empfindlichkeit  
 Ausgänge:  
 4x Taumelscheibe, Heck & Gas/Regler  
 Schnittstelle: USB  
 Flugdatenaufzeichnung: ja  
 Frei konfigurierbarer  
 Taumelscheiben-Mischer: ja  
 Drehmomentausgleich: ja  
 Piro-Optimierung: ja  
 Cyclic-Ring: ja  
 PC-Einstellprogramm: ja  
 Abspeichern & Laden von  
 Parametersätzen: ja  
 Einspielen von Firmware-Updates: ja  
 Grafische Anzeige der Flugdaten: ja

// Infos & Bezug  
 www.3digi.de