



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG E.V.

ZfP-Sonderpreis der DGZfP beim Landeswettbewerb Jugend forscht

BADEN-WÜRTTEMBERG



Agricopter 2.0 - Modulare 3D Analytik

Fabian Albrecht
Jonas Gehring
Felix Haag

Schule:

Ferdinand von Steinbeis Schule, Tuttlingen

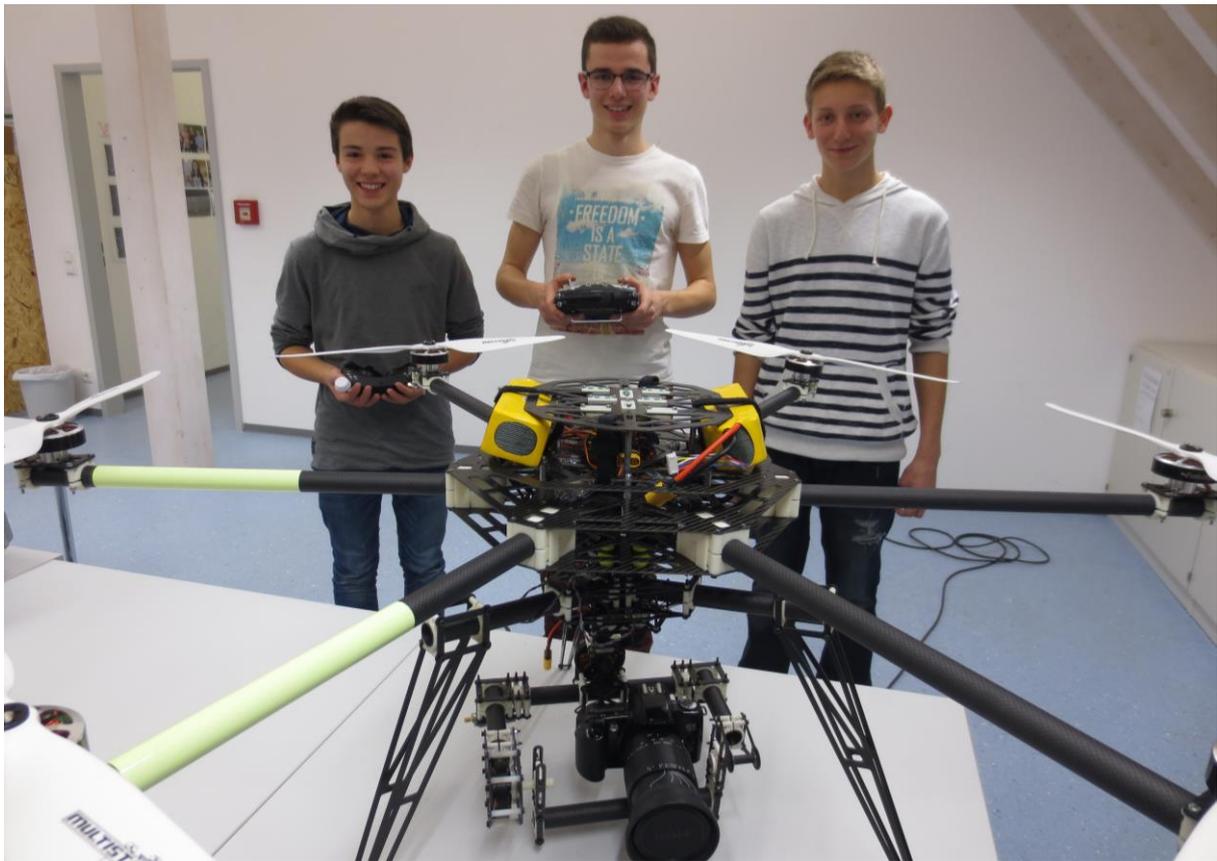
Gymnasium Spaichingen

Artur Fischer Erfinderpreis 2015

Agricopter 2.0

Modulare 3D Analytik

Dokumentation



**Ein Projekt des Gymnasiums Spaichingen
und der Ferdinand von Steinbeis Schule Tuttlingen
Von Fabian Albrecht (17), Felix Haag (16) und Jonas Gehring (16)
Jahrgangsstufen 11 & 10.**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Hauptteil	2
2.1 Aufbau der Drohne	2
2.1.1 Konstruktion und Material	2
2.1.2 Antrieb und Nutzlastkalkulationen	2
2.1.3 Flugkontroller und Steuerungstechnik	4
2.1.4 Modularer Aufbau.....	4
2.2 Module	5
2.2.1 Kameratechnik zur Inspektion und Vermessung.....	5
2.2.2 On Board-Umweltanalytik	6
2.2.3 Schädlingsbekämpfungs- und Düngemodul.....	7
2.3 Systemvernetzung, Elektronik und Software	8
2.3.1 Übermittlung der Messdaten.....	8
2.3.2 OSD- On Screen Display	9
3. Ergebnis	9
4. Abbildungsverzeichnis	10
5. Literaturverzeichnis	10
6. Unterstützer.....	10

1. Einleitung

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts steigt unsere Weltbevölkerung stetig und hat sich allein in den letzten 50 Jahren bereits mehr als verdoppelt¹. Dabei leben immer mehr Menschen in Städten, während die absolute Anzahl der Landbevölkerung weiter abnimmt. Dadurch müssen mehr Menschen ernährt werden und gleichzeitig stehen in den Industrieländern im ländlichen Raum immer weniger Arbeitskräfte zur Nahrungsmittelerzeugung zur Verfügung².

Der aktuell daraus resultierende Wandel in der landwirtschaftlichen Produktion äußert sich darin, dass große zusammenhängende Flächen möglichst vollautomatisch und höchst effizient von autonomisierten Maschinen bewirtschaftet werden sollen. Auch Steillagen werden für einige Nutzpflanzen, wie z.B. Wein, benötigt, was dieses Vorhaben nicht unbedingt vereinfacht. Die Herausforderungen dabei sind, die erhöhte Emission von Treibhausgasen und Ammoniak durch tierische Ausscheidungen und Ammoniak- und Nitratbelastungen durch umfangreiches Düngen, zu minimieren.

Als eine der wichtigsten technologischen Entwicklungen des Jahres 2014 werden in diesem Zusammenhang „Agricultural Drones“ vom Magazin „technology review“ des Massachusetts Institutes of Technology (MIT)³ angesehen. Auch der Blog „Top5 Stuffs“ bewertete allgemein „Agricultural Drones“ als Emerging Technologies of 2014. Dabei haben die vom MIT beschriebenen Drohnen das Problem, dass sie nur in einem Anwendungsgebiet eingesetzt werden können, was es unnötig teuer und kompliziert macht, sich mehrere Luftfahrzeuge für die verschiedenen Anwendungen anzuschaffen und auch zu warten.

Aktuell werden Drohnen bereits zur Schädlingsbekämpfung, z.B. gegen Maiszünsler verwendet, indem man die Drohnen mit Eiern der Schlupfwespen befüllt, welche die Maiszünsler zwecks der Naturfeindlichkeit fressen, wobei diese über dem Feld abgelassen werden^{4:5}. Jedoch gibt es noch keine Multicopter welche Flüssigkeiten sprühen können, sondern nur wesentlich schwerere Modellhelicopter mit Verbrennungsmotoren, die mit über 100 Kilogramm und einer Länge von über 2 Meter, sehr schlecht für den Transport zu einem Feld geeignet sind. Außerdem sind sie nicht in der Lage autonom zu fliegen⁶.

¹ <http://www.bpb.de/izpb/55882/entwicklung-der-weltbevoelkerung?p=all>

² <http://www.bpb.de/gesellschaft/staedte/megastaedte/64736/staedtische-bevoelkerung>

³ <http://www.technologyreview.com/featuredstory/526491/agricultural-drones/>

⁴ http://www.agravis.de/de/newsroom/presse-meldungen_1/meldungen_detail_14977.jsp

⁵ http://www.deutschlandradiokultur.de/drohnen-in-der-landwirtschaft-schaedlingsbekaempfung-aus.976.de.html?dram:article_id=292474

⁶ <http://rmax.yamaha-motor.com.au/faq#n129>

2. Hauptteil

2.1 Aufbau der Drohne

2.1.1 Konstruktion und Material

Unser Hexacopterrahmen ist in einer sogenannten Sandwich-Bauweise gefertigt, welche sich bei Multicoptern durch ihren flachen Querschnitt sehr bewährt hat. Dabei gibt es mindestens eine obere und eine unter Platte (genannt: Centerplate), zwischen welchen in unserem Fall die Motorausleger mithilfe von ABS Platikschellen installiert werden.

Als Material für unseren Agricopter nutzen wir Carbon. Da Carbon jedoch nur in Faserrichtung belastbar ist, haben wir uns für 3K Carbon Platten (3K = 3000 Carbonfasern pro Flechtstrang) entschieden, welche aus vielen aufeinander laminierten verflochtenen Carbonmatten besteht. Mit einem Artgewicht von $1,5-1,6 \text{ g/cm}^3$ ist Carbon nicht nur um mehr als 40% leichter im Vergleich zum Leichtmetall Aluminium, sondern besitzt bei einem gleichen Querschnitt eine acht Mal höhere Zugfestigkeit. Das ermöglicht uns eine theoretische Gewichtersparnis von 80%. Dadurch, dass sich Carbon aber leichter dehnen lässt als Aluminium und unser Rahmen möglichst Verwindungssteif sein muss, damit der Rahmen bei geringen Oszillationen der Motoren nicht mitschwingt, benötigten wir eine höhere Wandstärke, so dass letztendlich durch den Einsatz des neuen Materials eine Gewichtersparnis von etwa 60% erreicht werden kann, was bedeutenden Einfluss auf die Flugzeit des Hexacopters hat.

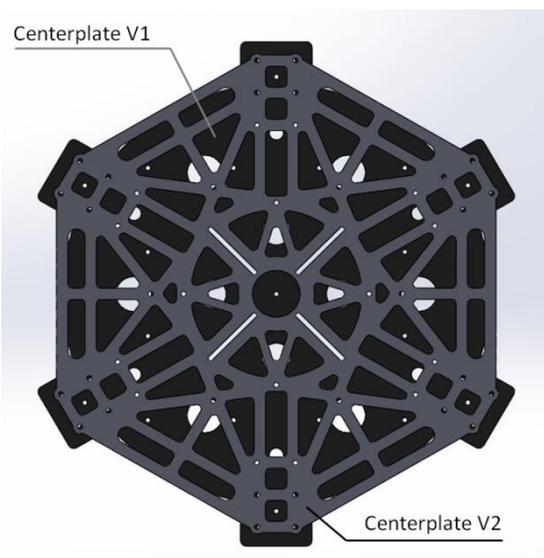


Abb. 1: Vergleich zwischen Centerplates der ersten und zweiten Prototypen⁷.

2.1.2 Antrieb und Nutzlastkalkulationen

Als Antrieb haben wir uns, aufgrund der hohen Effizienz bei gleichzeitig geringem Leistungsgewicht, für gängige bürstenlose Drehstrommotoren entschieden. Durch unsere bisherige Erfahrung haben wir gemerkt, dass langsam drehende Motoren mit großen Propellern, welche wenig Steigung haben, effizienter sind, da sie weniger Luftverwirbelungen erzeugen. Deswegen sind wir von 13 Zoll auf 18 Zoll Propeller umgestiegen und haben so bei gleicher Leistung 37% mehr Schub erzielt. Um eine effiziente Motor-Propeller Kombination zu finden, haben wir sechs verschiedene 18 Zoll Propeller Modelle getestet. Mithilfe einer Schubwaage und einem Strommessgerät konnten wir die zugehörigen Messdaten sammeln und anschließend durch eine quadratische Regression durch einen Funktionsterm beschreiben. Die effizienteste Kombination ist mit einem 18x6,1 Zoll Holzpropeller zustande gekommen

⁷ Eigene Abbildung

und kann durch $f(x) = 1,032x^2 + 2,517x - 0,252$ (siehe Abb. 2) beschrieben werden (x-Achse $\hat{=}$ Schubkraft in Newton, y-Achse $\hat{=}$ Stromstärke in Ampere).

Da bürstenlose Motoren nur mit Drehstrom funktionieren, braucht man als Motorregler sogenannte ESCs (ESC = Electric Speed Controller), welche den Gleichstrom in einen Drehstrom wandeln. Hier nutzen wir wegen geringerer Wärmeentwicklung und der somit steigenden Effizienz die etwas teureren ESCs mit N-Kanal Mosfets⁹. Außerdem

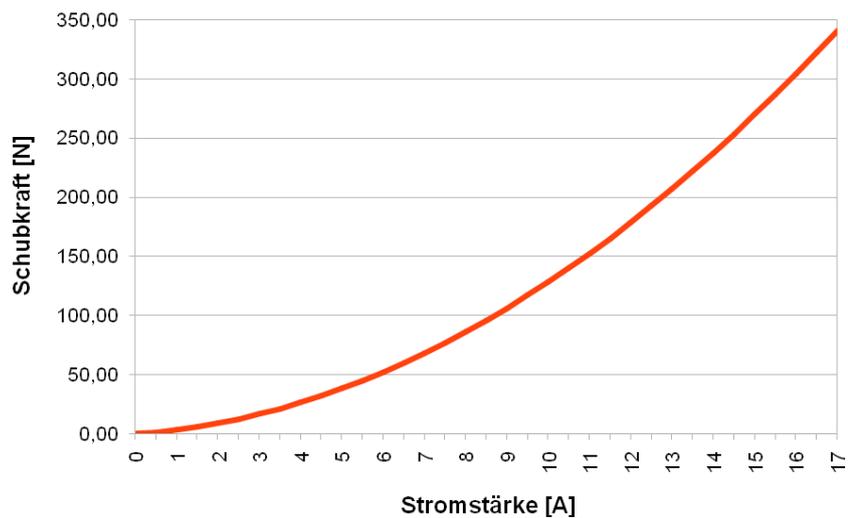


Abb. 2: Schubkraft eines Motors in Abhängigkeit von der Stromstärke mit 18x6,1 Zoll Propeller⁸

haben wir durch eine höhere Akkuspannung bei gleicher Leistung die Stromstärke reduziert (Leistung = Spannung * Stromstärke). Das ermöglicht uns kleinere und leichtere Motorregler, sowie Kabel mit kleinerem Querschnitt zu verbauen. Damit haben wir im Vergleich zum ersten Prototyp schon allein 320g Gewicht an Kabeln eingespart, was erneut einen positiven Effekt auf die mögliche Zuladung und die Flugzeit hat.

Als Akkus haben wir uns für die ebenso im Modellbau bewährten Lithium-Polymer Akkus entschieden. Bei unserem Hexacopter haben wir 6 Motoren mit insgesamt 19600g Schub. Bei Berücksichtigung des Gewichts des Hexacopters ohne Akku und Zusatzmodul von 3125g können unter Berücksichtigung des höchstmöglichen Schubverhältnisses von 65 %, 9575g Nutzlast und Akkus getragen werden. Außerdem kann man frei entscheiden, ob man mehr Modulgewicht mit weniger Akkus trägt oder mehr Akkus in Kombination mit weniger Modulgewicht, um längere Flugzeiten von bis zu über eine Stunde zu erzielen (siehe Abb. 3).

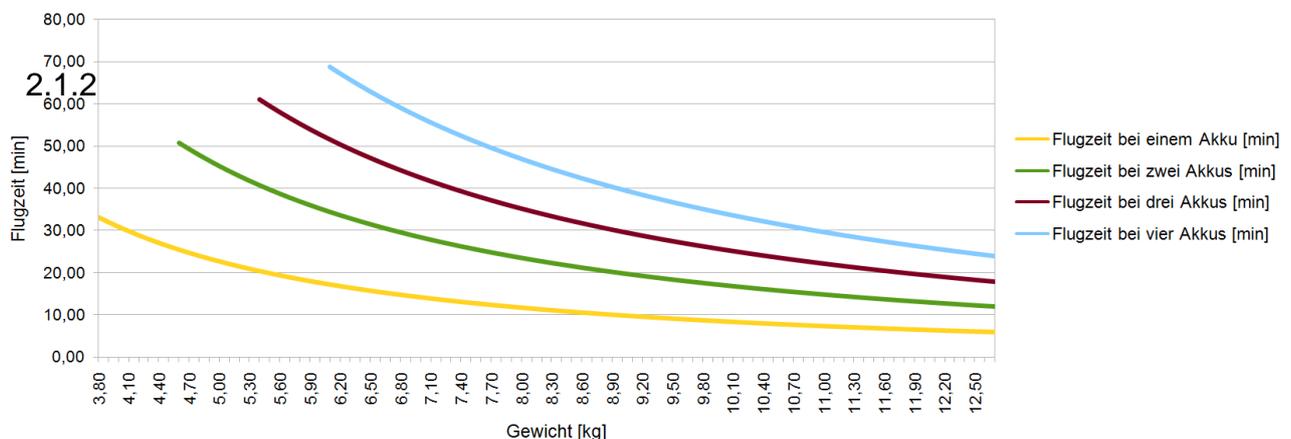


Abb. 3: Leistungsdaten der Flugzeiten in Abhängigkeit von der Zuladung und der Anzahl der Akkumulatoren (Akkus)¹

⁸ Eigene Abbildung

⁹ <https://github.com/sim-tgy/wiki/Identifying-ESC-pin-configuration>

Flugkontroller und Steuerungstechnik

Beim Flugkontroller haben wir uns dafür entschieden, ein GPS fähiges Modell zu kaufen und nicht selbst zu programmieren, da dies bei dieser Größe von Multicoptern gewisse Risiken mit sich bringt. Der von uns gewählte Controller der Marke Zero UAV bietet die Möglichkeit, autonom Wegpunkte abzufliegen und bei Funksignalverlust automatisch am Startpunkt zu landen. Das bietet dem Nutzer sehr viel Sicherheit und ist durch die Wegpunktsteuerung, die nicht nur auf einen Computer sondern auch auf Geräten mit Android oder iOS funktioniert, auch durch Laien steuerbar. Die Orientierung im Raum funktioniert dabei durch ein GPS (für den genauen Ort), einen Kompass (für die Ausrichtung) und einem Barometer (für die Höhenänderungen). Die Lage des Fluggerätes hingegen wird mit einem Gyroskop und einem Accelerometer (Lage und Beschleunigungssensor) bestimmt.

2.1.3 Modularer Aufbau

Für das modulare Stecksystem hatten wir schon im Voraus sehr genaue Anforderungen. Es sollte sehr schnell austauschbar sein und auch keinen Falschanschluss zulassen. Außerdem müssen die Befestigung des Moduls und die Modulstecker oszillationsresistent sein, da Oszillationen, durch die Motoren erzeugt werden und durch den Rahmen übertragen werden. Wir haben hierfür ein System entwickelt, bei dem die Modulankering auf Dämpfern gelagert ist. Die Anwendungsmodul werden mit 4 kleinen Splints fixiert, welche in speziell gefertigte Aluminium-Stifte gesteckt werden (siehe Abb.4). Die Versorgung mit Strom und der Signalaustausch erfolgen über zwei Stecker mit 10 und 14 Pins. Auf dem 14 Pin Stecker wird das Modul mit Strom und den Fernsteuerungssignalen versorgt, auf dem 10 Pin

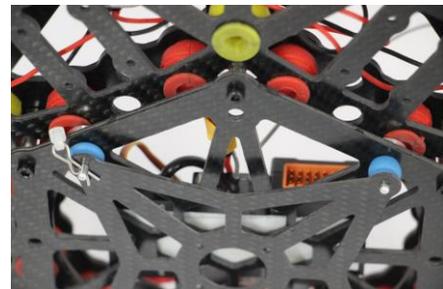


Abb.4: Modulankering auf Dämpfern¹²



Abb. 5: Modulares Stecksystem¹

Stecker werden Daten zum Mikrokontroller zurück geleitet. Für die Motorausleger haben wir ein Stecksystem entwickelt (siehe Abb.5), dabei sind die Steckverbindungen im 22mm 3K Carbon-Rohr integriert. Dies ermöglicht es uns, die Arme mit Motoren und Propeller einfach abzustecken, um den gesamten Copter innerhalb weniger Sekunden komplett für den Transport zu zerlegen.

Auch Blitzreparaturen werden dadurch sehr einfach, um einem unvorhergesehenen Ausfall vorzubeugen. Außerdem bietet dieses modulare Stecksystem die Möglichkeit, sich mehrere Motorensätze für verschiedene

Aufgaben anzuschaffen und diese schnell einzubauen. Die Motoren werden mit Hilfe einer 2mm Carbon-Platte befestigt, auf welche alle gängigen Motoren passen (Loch zu Loch Abstand von 24mm bis 32mm). Diese werden mit selbst entworfenen 3D gedruckten Schellen am Carbonrohr fixiert.

Darüber hinaus installierten wir LED-Streifen an den Motorarmen, um zum Einen, die aktuelle Position des Agricopters (auch bei Dunkelheit) besser erkennen zu können, und zum anderen den korrekten Verbund zwischen Motorarmen und den Armschellen zu signalisieren. Darüber hinaus ist beim Flug per Fernsteuerung erkennbar, welche Seite des Hexacopters als „Vorne“ definiert ist, um ungewollte Schäden durch Fehlsteuerung zu vermeiden.

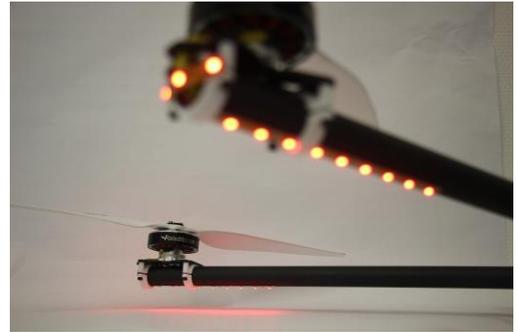


Abb. 7: LED – Leuchten an Motorenarmen¹³.

2.2 Module

2.2.1 Kameratechnik zur Inspektion und Vermessung

Zur Vermessung verschiedener Bereiche, wie z.B. die Vermessung eines Feldes, wird ein Kameragimbal benötigt. Dieses bietet die Möglichkeit, die Bilder und Videoaufnahmen der darauf befindenden Kamera dreidimensional zu stabilisieren. Durch das Ausgleichen von Drehungen und Schwenkungen mithilfe leistungsstarker Gimbalmotoren, wird die Bild bzw. Videoqualität nicht von Unebenheiten oder schnellen Schwenkungen und Drehungen des Hexacopters negativ beeinflusst.

Wir entwickelten ein GoPro-Gimbal für Einsatzbereiche, in denen nur kleine Kameras, wie z.B. Action Kameras, benötigt werden.

Würde man stattdessen eine Spiegelreflexkamera verwenden, wäre dies unnötiges Gewicht, das wiederum die Flugzeit verkürzt. Da diese kleinen Kameras immer besser werden und auf dem heutigen Stand eine Auflösung von bis zu 4096 x 2160 Pixeln also ultra HD haben¹⁰, ist es oftmals gar nicht von Nutzen, eine schwerere Spiegelreflexkamera auf einem größeren Gimbal einzusetzen.



Abb. 8: Kleines 3-Achsengimbal für Kompaktkameras¹

Jedoch kann es in speziellen Situationen vorteilhaft sein, ein großes Gimbal mit einer Spiegelreflexkamera installieren zu können. Unser Gimbal ist dafür ebenfalls modular aufgebaut. So hat man die Möglichkeit die Größen der Kameras zusätzlich durch das Einsetzen längerer bzw. kürzerer Carbonrohre zu variieren. Spiegelreflexkameras verfügen über einen großen Zoom. Von Nutzen ist dies zum Beispiel, um bei einer Inspektion eines Feldes auf die Größe der Pflanzen und eventuellen Befall hin mit einer hohen Auflösung kontrollieren zu können.

¹⁰ <http://www.wissen.de/4k-aufloesung>

Die Kameragimbals können extern von einer zweiten Person gesteuert werden, die hierbei gezielte Inspektionen von beispielsweise Pflanzen, aber auch Stalldächern, Solar- bzw. Photovoltaikanlagen und Windrädern durchführen kann, wobei eine Umsicht aller drei Achsen gegeben ist. Aus den qualitativ hochwertigen Bildern lassen sich somit Karten anlegen, die aus vielen einzelnen Bildern bestehen und mittels Programmen wie z.B. Postflight Terra 3D neben und übereinander gelegt werden können. So hat man eine übersichtliche digitale Mosaikkarte, welche auch für kostengünstige Vermessungen geeignet ist.

Um die Bildstabilisation zu ermöglichen, sind Brushlessmotoren eingebaut, die eine deutlich bessere Reaktionszeit bieten als Bürstenmotoren. Sie besitzen eine hohe Auflösung und sind damit sehr präzise. Um das Bild zusätzlich von Erschütterungen und dem sogenannten jello-Effekt zu befreien, wird das gesamte Kameragimbal auf Vibrationsdämpfern, bestehend aus Silikon, aufgebaut.

Die Brushlessmotoren der Kameragimbals werden einzeln von einem auf dem Gimbal befestigten Kontrollboard angesteuert. Dieses Kontrollboard besitzt ein Gyroskop. Auf der Kamera befindet sich ein IMU-Board mit einem Gyroskop. Zwischen den Gyroskopen findet ein ständiger Datenaustausch statt. Wenn nun das Gyroskop der Kamera Änderungen wahrnimmt, wird die Kamera nachjustiert, bis das Gyroskop wieder waagrecht ist. So bleibt das Bild und Videomaterial stabil.

2.2.2 On Board-Umweltanalytik

Da wir mit unserem Multicopter sehr unterschiedliche umwelttechnische Messungen durchführen wollen, ist es sinnvoll, verschiedene Sensoren nutzen zu können. Um diese Messungen möglichst effizient umsetzen zu können, benötigen wir ein äußerst offenes Konzept mit standardisierten Schnittstellen.

Deshalb haben wir eine Platine entwickelt, auf welcher sich verschiedene, einfach austauschbare Sensoren befinden. Um die Ergebnisse der Sensoren möglichst effektiv auswerten zu können, war es notwendig einen geeigneten Mikrocontroller zu finden. Wir entschlossen uns bei unserem ersten Prototyp für einen Arduino, da sich bei diesem Mikrocontroller die Programmierung recht einfach gestaltet. Außerdem sind bereits ausführliche und hilfreiche Dokumentationen vorhanden. Da wir aber schnell an die Rechengrenzen des Arduino's gestoßen sind, entschieden wir uns, bei der nächsten Generation einen Raspberry Pi (Modell B+) zu verwenden. Dieser unterscheidet sich zum Arduino hauptsächlich in der wesentlich höheren Rechenleistung. Zusätzlich ermöglicht er den Zugang zu schnellem Internet, sowie die Unterstützung verschiedener Kameras, wie z.B. einer Infrarot/IR- oder einer normalen Kamera. Der on-Board Controller wertet die Messergebnisse der verschiedenen Sensoren aus und sendet diese Werte zur Bodenstation. Um diese Werte besser im Blick zu halten, werden die Werte auf der Bodenstation in ein Echtzeitdiagramm integriert.

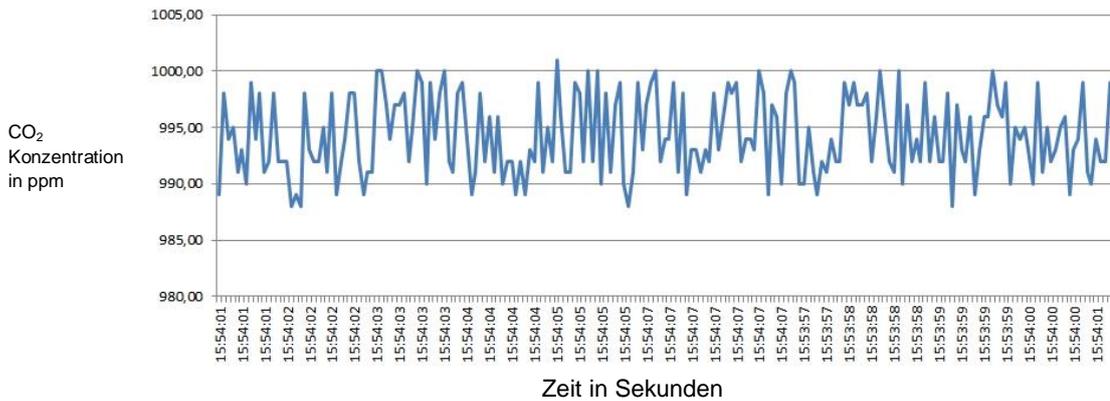


Abb.9: Echtzeit CO₂ Diagramm¹⁴

Zum Aufbau der verschiedenen Funktionsmodule wurde eine Lochrasterplatine verwendet. Diese wurde frei verdrahtet, um einen möglichst platz- und gewichtssparenden Aufbau zu gewährleisten und damit eine möglichst lange Betriebszeit zu erhalten. Neben dem Arduino wurde ein Regen- und CO₂ Sensor positioniert. Ein Funkmodul sendet die Daten zur Bodenstation. Die notwendige Programmierung haben wir selbst durchgeführt.

2.2.3 Schädlingsbekämpfungs- und Düngemodul

Für die Realisierung unseres selbst entwickelten Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmoduls haben wir eine 40Watt Modellbau - Wasserpumpe ausgewählt, welche sonst als Kühlmittelpumpe für Schiffsmotoren genutzt wird. Diese ist an drei Tanks angeschlossen, welche sich einfach und innerhalb Sekunden ausbauen lassen. Dies wird durch doppelseitig sperrende Schnellkupplungen aus leichtem POM-Kunststoff möglich. Durch 2 Düsen kann die maximale Füllkapazität von 3 Litern in gerade einmal 2 Minuten vollständig versprüht werden. Die Fördermenge pro Minute kann aber auch für eine sehr genaue Ausbringung feiner eingestellt werden. Diese Aufgabe wird mit einem Attiny 85 erledigt, der 2 Funkkanäle der Fernsteuerung ausliest und aufgrund dieser Signale Strom zur Pumpe leitet. Da der Gleichstrommotor der Pumpe jedoch kurzzeitig bis zu 4 Ampere verbraucht, wird das Ausgangssignal des Microcontrollers zuvor noch mit einem N-Kanal Mosfet verstärkt. Außerdem kann die Tankhalterung zur Entnahme auf die Seite geklappt werden, um einen reibungslosen Austausch der Tanks zu gewährleisten, ohne das Modul vom Hexacopter lösen zu müssen. Auch das Befüllen ist durch das Schnellkupplungssystem sehr einfach. Wie auch schon bei den anderen Modulen haben wir uns bei dieser Aufhängung für das Material Carbon entschieden. Bei den verwendeten Bauteilen mussten wir darauf achten, dass sie eine Resistenz gegen Chemikalien aufweisen. Deswegen haben wir uns bei den 3D Druckteilen für ABS entschieden, da dies der druckbare Thermoplast mit der höchsten Beständigkeit ist¹². Sie sollen aber später gegen Polypropylen - Tanks ausgetauscht werden. Auch die Schnellkupplungen aus POM und die Schläuche aus Silikon sind selbstverständlich Säuren- und Laugenresistent.

¹⁴ Eigene Abbildung

¹² <http://www.kern-gmbh.de/cgi-bin/riweta.cgi?nr=2110&lng=1&popup=2>

Es können alle Flüssigkeiten versprüht werden, die eine Viskosität unter 100 mPa·s (= Millipascalsekunden) vorweisen, da beim Pumpen von Speiseöl (Speiseöl hat eine Viskosität von etwa 100 mPa·s¹³) ein Strom von 3,4 Ampere fließt und somit der Motor der Pumpe bei höheren Viskositäten an seine Leistungsgrenze von 40W kommen würde.

Oft breiten sich Krankheiten von einzelnen, verschiedenen Bereichen innerhalb eines Feldes aus. Da diese Mängel bzw. Befalle punktuell ansetzten und höchst mobil sind¹⁴, können sehr schnell auch große Teile des Feldes beschädigt werden. Diese Probleme in Mitten des Feldes werden von Landwirten häufig nicht sofort erkannt.

Nach der Inspektion und Kartierung des Feldes ist eine gute und aussagekräftige Übersicht geschaffen. Anhand dieser daraus resultierenden Karte des Feldes kann man nun Nährstoffmangel und Schädlingsbefall optisch erkennen. Die Koordinaten der geschädigten Stellen können über das OSD (On Screen Display) festgehalten und in ein Flugcontroller mit GPS-Flugfunktion eingespeichert werden, welcher dann sofort dazu in der Lage ist vollkommen autonom diese Stelle aufzusuchen und lokal und minimalinvasiv zu sprühen. So ist einerseits der Vorteil gegeben, dass die gesunden Teile des Feldes durch das Einfahren mit Gerätschaften nicht beschädigt werden, und andererseits wird durch das geringe Ausstoßen an Beispielsweise Pestiziden die Umwelt geschont. Außerdem können mit dieser Methode der frühzeitigen Erkennung und Behandlung von Mängeln bzw. Schädlingen große Teile des Feldes ohne breiten Einsatz von Chemikalien gerettet werden.

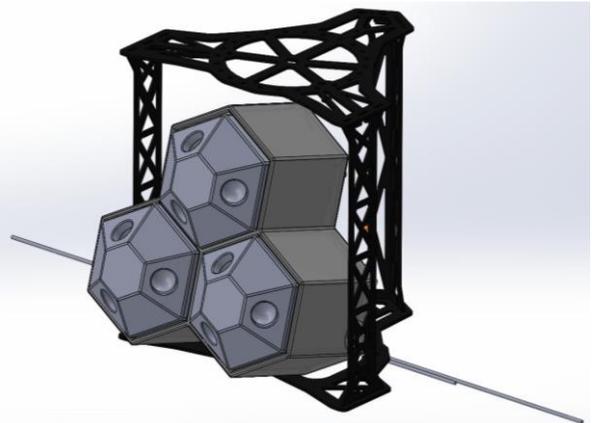
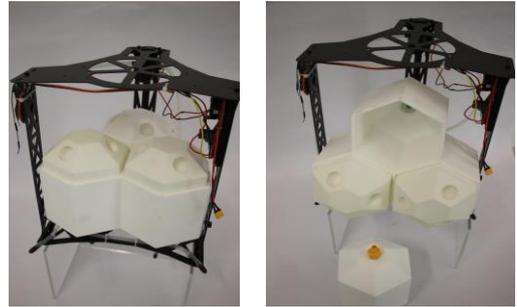


Abb. 10: Schädlingsbekämpfungs- und Düngemodul mit hochgeklappter Tankhalterung¹

2.3 Systemvernetzung, Elektronik und Software

Übermittlung der Messdaten

Um eine stabile und dauerhafte serielle Funkverbindung zwischen unserem Multicopter und der Bodenstation herzustellen, haben wir uns für das Funkmodul 3DR Radio Set entschieden (siehe Abb. 11)

Damit können wir unabhängig von der eigentlichen Fernbedienung des Multicopters sämtliche Messwerte sicher von dem Multicopter aus zur Bodenstation senden und verarbeiten.



Abb.11: Funkmodul¹⁵

¹³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Viskosit%C3%A4t>

¹⁴ <http://www.agrarheute.com/getreideschwarzrost-biowaffe>

¹⁵ http://img.dxcn.com/productimages/sku_273991_1.jpg

Das von uns ausgewählte System arbeitet mit einer Frequenz von 433MHz und zeichnet sich durch eine extrem niedrige Eingangsempfindlichkeit von 117dBm (Dezibel Milliwatt) aus. Die Ausgangsleistung von ca. 100mW lässt eine Reichweite von ca. 2km zu. Außerdem können wir mit diesem System gleichzeitig senden und empfangen (voll Duplex fähig)¹⁶.

OSD- On Screen Display

Um bei unserer Kamera Live- Übertragung mit den aktuellen GPS bzw. Flugdaten zu erhalten, verwenden wir ein sogenanntes OSD (On Screen Display). Der Einsatz einer solchen Technik bietet den Vorteil einer besseren Überwachung der aktuellen Daten, wie z.B. dem Akkustand, den aktuellen GPS Daten und der Flugrichtung. Im Falle einer Sichtung eines relevanten Ereignisses, kann somit die genaue Position ermittelt und später erneut autonom aufgesucht werden.

3. Ergebnis

Unser selbst entwickelter Hexacopter ist flugbereit und im Stande mit einem Abfluggewicht von bis zu 12kg abzuheben. So können problemlos auch große Module daran befestigt werden. Damit ergeben sich fast uneingeschränkt Möglichkeiten zur Unterstützung der Landwirtschaft sowie der Industrie.

Beispielhaft entwickelten wir 2 Kameragimbals und ein Sprühmodul. Außerdem besitzt die Drohne ein Modul mit verschiedenen Sensoren zur Umweltanalytik, die ebenfalls eingesetzt werden können.

Im Vergleich zu den bisherigen Multicoptern kann der Agricopter 2.0 in vielen Einsatzbereichen tätig sein. Gerade der modulare und vielseitige Aufbau ist heutzutage von großer Bedeutung. Anpassbar an das zur Verfügung stehende Budget kann man Module mit besserer und leistungsstärkerer Technik aufbauen. Somit ist der Hexacopter individuell anpass- und änderbar. Nachträglich können Komponenten, wie z.B. Motoren und Regler, auch ausgetauscht, ergänzt oder ersetzt werden. Natürlich bietet der Hexacopter hier ebenfalls eine Geldersparnis durch das modulare System. Gerade bei landwirtschaftlichen Unternehmen und großen Gärtnereien ist es möglich, den Einsatz von Drohnen vielfältig auszulegen.

Es ist offensichtlich, dass der Markt für landwirtschaftsunterstützende Multicopter stetig und sehr stark steigt¹⁷. Da die Sicherheit besonders in der Alltagstauglichkeit eines solchen Fluggerätes im Vordergrund stehen soll, ist unter anderem ein return to home failsave Modus angebracht, welcher dazu in der Lage ist, die Drohne per GPS bei Signalverlust sicher nach Hause, d.h. zum Startpunkt des Flugbeginns zurückzufliegen. Im Falle dass ein Motor ausfällt, ist der Hexacopter zudem auch im Stande diesen Verlust bis zur Landung auszugleichen.

¹⁶ <https://store.3drobotics.com/products/3dr-radio>

¹⁷ <http://www.seattletimes.com/business/agriculture-oriented-drone-firm-moving-to-seattle/>

Fortführend möchten wir auch weitere Ideen für Module zum Einsatz auf der Drohne sammeln und umsetzen. So kam uns auch die Idee des Wildschwein-Erkennungsmoduls, bei dem Wildschweine mithilfe einer Wärmebildkamera erkannt und durch akustische Signale vertrieben werden.

Auch ein Modul zur Erkennung kleiner Rehkitze, die bereits von teilweise autonom laufenden Mähdreschern überfahren werden, könnten wir noch entwerfen. Hierbei soll der Hexacopter die Rehkitze mithilfe einer Wärmebildkamera erkennen und die Informationen fortlaufend an den Mähdrescher oder eine Bodenstationen schicken. Denn mehr als 500.000 Wildtiere sterben jedes Jahr auf landwirtschaftlich genutzten Wiesen durch Mähmaschinen. Darunter allein über 90 000 Rehkitze¹⁸. Diese hohen Zahlen könnten mit solch einem Modul verringert werden.

4. Abbildungsverzeichnis

- http://img.dxcn.com/productimages/sku_273991_1.jpg

5. Literaturverzeichnis

- <http://www.bpb.de/izpb/55882/entwicklung-der-weltbevoelkerung?p=all>
- <http://www.bpb.de/gesellschaft/staedte/megastaedte/64736/staedtische-bevoelkerung>
- <http://rmax.yamaha-motor.com.au/faq#n129>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Aluminiumlegierung>
- <https://github.com/sim-/tgy/wiki/Identifying-ESC-pin-configuration>
- <http://www.deutschewildtierstiftung.de/de/schuetzen/lebensraum-bewahren/stoppt-den-maehtod/>
- <https://store.3drobotics.com/products/3dr-radio>

6. Unterstützer

- Werma GmbH (in Rietheim): 3D-Druck der Pulverdruckschellen nach unseren CAD-Zeichnungen.
- Aesculap AG (in Tuttlingen): Erstellen der ersten Centerplates nach unseren CAD-Zeichnungen.
- Marquardt GmbH (in Rietheim): Lasersintern der Sprühtanks und Tankhalterungen und der Steckschellen nach unseren CAD-Zeichnungen.

¹⁸ <http://www.deutschewildtierstiftung.de/de/schuetzen/lebensraum-bewahren/stoppt-den-maehtod/>