



## ArduSmartPilot: Benötigte Hardware

In der Stückliste am Ende dieses Dokuments sind die Hardwarekomponenten des ArduSmartPilot inklusive der Kosten und möglichen Bezugsquellen aufgelistet. Es sind jeweils die günstigsten Bezugsadressen angegeben, bei denen die Bauteile teils direkt in China bestellt werden müssen.

Wenn Sie nur ein einzelnes Flugzeug bauen, dann lohnt sich die Bestellung aus Übersee sicher nicht. In diesem Fall ist es besser, bei einem Modellbauhändler mit Vertrieb aus Deutschland wie z.B. lindinger.at oder lipoly.de alle Komponenten zu bestellen.

Der Internethändler premium-modellbau.de vertreibt fast alle Teile des chinesischen Internethändlers hobbyking.com unter gleichen oder ähnlichen Artikelbezeichnungen. Die Preise sind aber fast doppelt so hoch als beim direkten Einkauf bei hobbyking.com.

Wenn Sie Beratung brauchen, dann wenden Sie sich am besten an Ihren lokalen Modellbauhändler. Vor allem Kleinteile wie z.B. Scharniere sind dort nicht teurer als in Internet.

Wenn es bei Schülerprojekten um Stückzahlen größer 10 geht, dann lohnt sich eine Internetbestellung direkt aus Fernost.

Hierbei ist aber Folgendes zu beachten:

Die Lieferzeiten betragen 4-6 Wochen, Sie können nur mit PayPal bezahlen, Sie können die Ware nicht retournieren und Sie müssen beim Zoll 19 % Mehrwertsteuer nachzahlen (auf den Rechnungswert inkl. Versandkosten zum aktuellen Euro-Wechselkurs). Ist der Rechnungswert größer als 150 €, dann fallen zusätzlich Zollgebühren an, deren Höhe man nicht pauschal angeben kann. Ist der Rechnungswert unter 25 €, so ist die Sendung von der Mehrwertsteuer befreit.

Achten Sie unbedingt darauf, dass die Ware aus Fernost mit der normalen Post (z.B. „China Airmail“) oder DHL verschickt wird. UPS und viele Speditionen wickeln manchmal (ungefragt) die Zollformalitäten für Sie ab und erheben dafür unverhältnismäßig hohe Gebühren.

Beim chinesischen Internethändler hobbyking.com kann man einige wenige Artikel auch über dessen Warenlager aus den Niederlanden oder aus England beziehen (dafür die Option „European Warehouse“ bzw. „United Kingdom Warehouse“ wählen). Dann entfallen die o.g. Einschränkungen.

Der Arduino, das Bluetoothmodul und die Sensoren können ebenfalls direkt aus Fernost bestellt werden. Diese Bauteile erhalten Sie normalerweise nicht bei einem Modellbaugeschäft. Vertrauenswürdige Internethändler mit Beratung und Retouremöglichkeit sind z.B. exp-tech.de, lipoly.de, waterott.de, komputer.de, nodna.de sowie die „Elektronik-Riesen“ conrad.de, voelkner.de, elv.de und reichelt.de.

Last but not least bieten auch kleine eBay- oder Amazon-Händler aus Deutschland einige Komponenten sehr günstig an.

In der Stückliste sind jeweils die preiswertesten Bezugsquellen zum Teil direkt aus Fernost für eine Stückzahlen von 20 angegeben.

### Sicherheitshinweis zu den Lithiumpolymer (LiPo) Akkus:

*Sicherheit hat oberste Priorität, was sowohl den Umgang mit dem Flugzeug als auch mit dessen Komponenten insbesondere den Akkus betrifft. **LiPo Akkus können beim Aufladen oder beim der Lagerung Feuer fangen.** Dies gilt auch für den im ArduSmartPilot verwendeten Akku. Erstens muss der Aufladevorgang immer überwacht werden. Zweitens darf der Akku nur in einer feuerfesten Tasche oder in einem feuerfesten Behälter wie z.B. in einer Metallkassette aufbewahrt werden. Drittens darf der Akku nur mit speziell dafür ausgewiesenen Ladegeräten aufgeladen werden.*

Es gibt prinzipiell die Möglichkeit auf Metallhydrid Akkus auszuweichen (mindestens 5 Zellen werden dann benötigt, Bezeichnung: „5s“):

Dies ist aber mit einem hohen zusätzlichen Gewicht und mit Mehrkosten verbunden. Außerdem

sind inzwischen die meisten Motorregler nicht mehr auf NiMH Akkus ausgelegt. Vermutlich ist der Innenwiderstand von NiMH Akkus für diese Regler zu hoch. Im Projekt ArduSmartPilot konnten NiMH Akkus bisher nicht erfolgreich eingesetzt werden.

Für die beim ArduSmartPilot verwendeten Akkus gibt es preiswerte Ladegerät ab 10 €, mit denen Ladezeiten von ca. 30 Min. erreicht werden.

LiPo Akkus werden immer mit einem sogenannten „Balancing“ geladen:

Die Ladespannung wird dabei nicht nur an die in Reihe geschalteten Zellen angelegt, sondern gegen Ende des Ladevorgangs enthält jede Zelle ihre eigene „Portion Strom“, so dass nach dem Laden alle Zellen den gleichen Ladezustand besitzen. Damit wird verhindert, dass beim Entladen die stärkste Zelle die schwächste umpolen kann, was zum Totalausfall des Akkus führt.

Wenn Sie sich intensiver mit dem Modellhobby auseinandersetzen möchten, oder andere Ladeaufgaben haben, dann lohnt sich die Anschaffung eines Universalladegeräts für ca. 50 €. Hier sind die Geräte der 80 W Klasse wie z.B. der X-Peak 80 Bal AC/DC, 80 Watt von Jamara zu empfehlen. Beim Kauf über das Internet müssen Sie darauf vorsichtig sein: Es werden von dieser Gerätebauart fast mehr Plagiate als Originale angeboten! Riskieren Sie also nicht einen Brand in Ihrer Wohnung, um 10 € zu sparen. Wenden Sie sich also zum Kauf eines Ladegeräts an einen seriösen Händler.

Zum Felix80 Wurfgleiter gibt es praktisch keine Alternative: Dieses Flugmodell zeigt aufgrund seines Flügelquerschnitts und deren leichten V-Winkel ein sehr stabiles Flugverhalten.

Flugmodelle aus Depron-Platten sind für Anfänger zu schwer zu steuern. Ein weiterer großer Vorteil des Felix80 ist das EPP-Material (Extrudiertes Polypropylen), aus dem er gefertigt ist:

EPP ist sehr leicht und anders als z.B. Polystyrol (z.B. Styropor®) sehr biegsam und bruchstabil.

Wenn das Material doch einmal bricht, dann kann das EPP problemlos mit Epoxydharzkleber (am besten ein Kleber, der in wenigen Minuten abbindet) wieder zusammengefügt werden.

Die Ruder werden am besten auch aus EPP hergestellt. Dafür werden 6 mm starke EPP Platten angeboten.

### **Hinweis zum Bluetooth-Modul:**

Am besten besorgen Sie sich für den Arduino Uno ein BT-Shield und führen damit die in der Arduino- und Processinganleitung dargestellten Arbeitsschritte durch.

Beim BT-Shield können Sie komfortabel durch Umstecken der Jumper vom Übertragungsmodus in den Parametriermodus (z.B. Namen vergeben, andere Baudrate einstellen) wechseln. Außerdem müssen Sie sich keine Gedanken über das richtige Anschließen machen. Für das Anpassen der 5 V Pegel des Arduino an die 3,3 V Pegel des BT-Moduls ist auch (elektronisch) gesorgt.

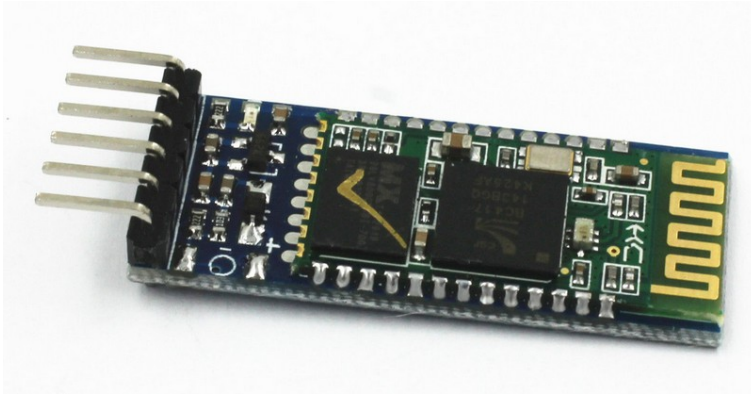
Für den ArduSmartPilot ist das BT-Shield jedoch zu groß und zu schwer.

Das HC-05 Modul verwendet den gleichen Seriell-BT-Wandler (die grüne längliche Platine mit der wellenförmigen Leiterbahn als Antenne) wie das BT-Shield. Dieses Modul muss aber mit einer Spannung von 3,3 V versorgt werden und benötigt einen Logikpegel von ebenfalls 3,3 V (obwohl es erstaunlicherweise auch mit 5 V Logikpegel funktioniert – 5 V Spannungsversorgung zerstören jedoch das Modul!).

Wenn Sie sich das BT-Shield sparen möchten, dann können Sie prinzipiell auch das „nackte“ HC-05 Modul am Arduino UNO verwenden. Ein weitere Nachteil zum BT-Shield ist das Fehlen der LED, die Ihnen den Verbindungsstatus anzeigt. Außerdem müssen Sie zum Parametrieren einen bestimmten Pin auf High legen. Die Inbetriebnahme des Moduls ist also wesentlich fehleranfälliger als die des BT-Shields.

Ein üblicher Fehler bei beiden Modulen ist das Vertauschen von RX und TX. Da die Beschriftung an den Modulen nicht richtig eindeutig ist, hilft hier oft nur Probieren. Wichtig ist, dass man zwischen dem Probieren die Elektronik durch Ausschalten der Spannungsversorgung zurücksetzt.

Das („nackte“) BT-Modul BTM-222 unterscheidet sich vom HC-05 Modul durch eine deutlich höhere Reichweite. Die Inbetriebnahme ist aber ähnlich aufwändig.



Das HC-05 Modul gibt es im Internet (z.B. ebay) auch auf einem „Break Out Board“ zu deutsch „Mutterplatine“ konfektioniert (siehe Foto). Dies ist dann wieder recht ähnlich zu einem BT-Shield ohne den Nachteil dessen Größe bzw. Gewichts.

Je nach Version befindet sich auch eine Status-LED auf der Mutterplatine. Wenn man auf das BT-Shield verzichten möchte, so bietet sich

dieses vorkonfektionierte Modul an, da man es sowohl am Arduino Uno als auch am ArduSmartPilot verwenden kann. Diese Modulart wurde jedoch noch nicht getestet. Es ist z.B. noch unklar, wie man dieses Modul parametrieren kann.

Bei der nachfolgenden Stückliste beachten Sie bitte, dass die Europreise der Lieferanten aus Übersee sich auf einen Wechselkurs von 1,30 USD für einen Euro beziehen. Der aktuelle Eurokurs wird vermutlich ein anderer sein.

**Prof. Dr. rer. nat. Stefan Mack**

Hochschule Reutlingen, Fakultät Technik  
Studienbereich Mechatronik

Alteburgstr. 150

72762 Reutlingen

**Kontakt:** stefan.mack@hochschule-reutlingen.de

## Stückliste ArduSmartPilot



Bezeichnung	Anzahl	Bezugsquelle	Bestellnummer	Größe Packung	Preis Packung	Preis Segler	Alternative / Bemerkung
Felix 80 Flugkörper	1	z.B. lipoly.de	FM-FE80	1	13,90 €	13,90 €	Oder direkt beim Hersteller Miniprop GmbH für 16 € (F2080).
Bürstenloser Motor Turnigy 2204-14T, 19g, Outrunner	1	hobbyking.com (EU Warehouse)	TR2204-14T	1	8,45 €	8,45 €	Bürstenmotor teurer und schwerer. Außerdem Zusatzkosten für Propelleraufnahme. Alternativer Bezug über eBay oder eachbuyer.com: „Mystery A2204-14 1400KV Brushless Außenläufer“ für ca. 9 € oder über premium-modellbau.de für 15,50 €.
Motorregler (ESC) Hobbyking SS 8-10A	1	hobbyking.com (EU Warehouse)	HK SS 10A	1	5,77 €	5,77 €	Keine
Servo Turnigy 1440A, 4,4 g/0,8 kg/0,1 s	2	hobbyking.com (EU Warehouse)	TGY-1440A	1	2,92 €	5,84 €	Falls dieses Modell nicht lieferbar, dann geht auch TGY-1550A, der 1,1 g schwerer ist. Oder PowerHD HD-1440A von premium-modellbau.de für 5,99 €.
Ruderschammiere Kavan 0073/01 34 x 16 mm	4	z.B. voelkner.de	A25047	10	1,95 €	0,80 €	Nachfragen im Modellbaugeschäft. Preis im Internet nicht geringer.
Ruderhörer Kavan 6380	2	z.B. voelkner.de	A29710	2	1,45 €	1,14 €	Nachfragen im Modellbaugeschäft. Preis im Internet nicht geringer.
0,8 mm Strahldraht	0,7 m	z.B. voelkner.de	A74554	0,93 m	0,45 €	0,30 €	Nachfragen im Modellbaugeschäft. Preis im Internet nicht geringer.
EPP Platte, ca. 800x595x6 mm	1	miniprop GmbH (Hersteller)	HT90021	0,8 x 0,6 m²	7,90 €	0,03 €	Alternativ: EPP Platte 900 x 600 x 6mm (weiß) Pichler C3145 (PI-C3145) bei lipoly.de, Preis ähnlich.
Lithiumpolymer (LiPoly) Akku Turnigy Nano-tech 2s 460 mAh	1	hobbyking.com (EU Warehouse)	N460.2s.25	1	3,47 €	3,47 €	Leicht schlechterer Akku mit gleichen Abmessungen/Gewicht LiPo Akku Turnigy 2s 500 mAh (T500.2s.20) für 3,15 € (hobbyking.com).
Arduino Pro Mini 328, 3,3 V, 8 MHz	1	tinysine.com	G4EE2F2054663A	1	4,15 €	4,15 €	Arduino Pro Micro 3,3 V, 8 MHz von Sparkfun, 17,30 € bei lipoly.de: Da USB/Seriell Konverter integriert kein Programmieradapter nötig (Ersparnis von ca. 5,50 €). Lange Lieferzeit bei chinesischem Lieferanten TinySine. Alternative: exp-tech.de (EXR-R05-083) für 9,95 €.
Foca Programmieradapter USB auf Seriell	1	imall.iteadstudio.com	IM120525005	1	5,50 €	5,50 €	Bei Arduino Pro Micro nicht nötig.
SF E-Prop 7x5	1	hobbyking.com (Global Warehouse)	OR001-00307B	5	2,00 €	0,40 €	7x5 ist optimale Größe. Alternativ 7x4 oder Propeller „APC Style Propeller 6x4“ (74000058), 0,50 €, hobbyking.com (EU Warehouse). Zusätzlich Dichtungsgummi für Befestigung nötig.
BT-Modul mit serieller Schnittstelle BTM-222	1	z.B. eBay.de, solutron.de	Verschiedene Varianten des BTM222	1	10,00 €	10,00 €	Zusätzlich noch interne Antenne nötig. Funktionsgleiches Modul HC-05, 5 € bei imall.iteadstudio.com, jedoch nur Class 2, aber mit integrierter Antenne.
Kleiner und kompakter Lipo Lader für 2-3 Zellen LiPo, DF2 2/3S LIPO BALANCER LADER 1A (X4)	1	lindinger.at	9707541	1	9,50 €	0,00 €	Universalladegerät mit 80 statt 25 W Ladeleistung: Ladegerät X-Peak 80 Bal AC/DC, 80 Watt von Jamar bei reichelt.de für 50 €.
Female JST Battery Pigtail 12 cm	1	hobbyking.com (Global Warehouse)	AM-9017A	10	1,50 €	0,15 €	Im Modellbaugeschäft 1,50 € pro Stück. Alternativ eBay oder eachbuyer.com Stecker/Buchse Paar für ca. 0,40 € (Bezeichnung „JST“ oder „BEC Kabel“).
Feuerschutztasche für LiPo Akku „Lithium Polymer Charge Pack 18x22cm Sack“	1	hobbyking.com (EU Warehouse)	LPGUARD18x22	1	2,00 €	2,00 €	Keine

**Summe 61,90 €**