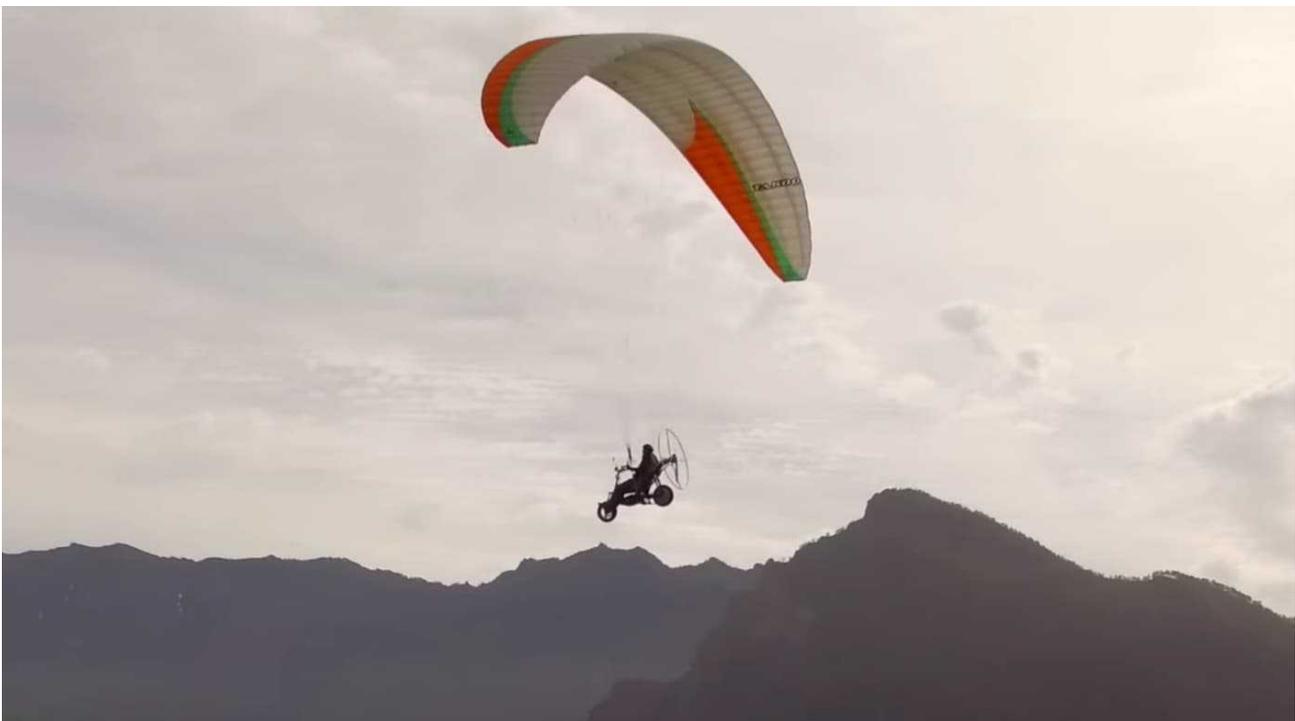


Skyrider One – Das E-Bike der Lüfte

Was das Fahrrad für die Straße, das ist der Gleitschirm in der Luft: Die allereinfachste Möglichkeit, sich vogelgleich in die Lüfte zu erheben. Albrecht Ludwig Berblinger hatte ebenfalls diese Vision vom vogelgleichen Fliegen, und sicherlich wäre er hoch entzückt über unsere heutigen Gleitschirme und Hängegleiter. Allerdings ist man dabei auf Berge, oder zumindest Hügel und dann auch auf Thermik angewiesen. Sonst steht man bald wieder am Boden, bzw. kommt gar nicht erst von diesem weg.

Ein Antrieb ist also gefragt. Die menschliche Muskelkraft reicht nur knapp für dieses Vorhaben, und HPA's (Human Powered Aircrafts) sind aufgrund physikalischer Beschränkungen jedenfalls nicht alltagstauglich. Gleitschirme mit Verbrennungsmotoren auszustatten, findet inzwischen immer mehr Anhänger. Der Lärm und das Gewicht werden dabei eher unwillig in Kauf genommen. Mit Elektroantrieben ist man wesentlich leiser unterwegs, aber das hohe Gewicht, das bei Start und vor allem Landung mit den eigenen Beinen abgefangen werden muss, bleibt. So baute man noch ein Fahrwerk dazu, üblicherweise mit drei Rädern. Soweit der Stand der Technik.



Die Innovation

Meine Idee besteht nun darin, ein Fahrzeug mit nur zwei Rädern zu verwenden, das ganz regulär auf der Straße als E-Bike oder E-Motorrad gefahren werden kann. Zum Fliegen wird es dann an einen Gleitschirm angehängt und mit einem Propeller, ebenfalls elektrisch, angetrieben. Dieses Dual Mode Vehicle (ein deutsches Wort dazu hat sich noch nicht etabliert), also Fahrzeug und Flugzeug in einem, ist ebenfalls ein lange gehegter Menschheitstraum. Versuche dazu gab es schon viele, die aber alle nicht überzeugen konnten. Meist ging man von einem Auto als Basisfahrzeug aus, dem man dann starre (und sperrige) Flügel verlieh. Auf der Straße mussten diese Flügel irgendwie angeklappt und mitgenommen werden, was das Fahren auf der Straße erheblich behindert. Im Flug erweist sich das straßenverkehrskonforme Fahrzeug meist als viel zu schwer. Extremer Leichtbau erscheint hier eine Lösung. Dazu lässt man am besten alles weg, was nicht unbedingt benötigt wird. Genau diese Überlegungen führten mich zum Entwurf des Skyrider One.

Der Prototyp

Ein Zweirad ist die leichteste Variante von Fahrzeug und der Gleitschirm das leichteste Fluggerät. Mit diesen beiden Zutaten in Kombination sollte sich das "Fliegende Auto" oder eigentlich besser das "Fliegende Motorrad" doch realisieren lassen.

Im Dezember 2015 begann ich mit dem Bau eines ersten Prototyps. Als Basis diente ein herkömmlicher Elektro-Motorroller vom Schrott, bei dem ich zunächst alles abmontierte und wegflexte, was nicht wirklich nötig war. Dann kamen noch ein paar Teile hinzu. Eine leichte Sitzschale aus GfK, wie sie bei Liegerädern verwendet wird, sorgt für eine komfortable Sitzposition. Ein Beckengurt verhindert das Herausfallen des Piloten im Flug, lässt aber genügend Bewegungsfreirum für Arme und Oberkörper bei Start und Landung. Mit einem getesteten Fünfpunktgurt war der Pilot jedenfalls zu sehr eingeeengt. Mit den Fußrasten an der Gabel kann man alternativ auch Lenken, was sich beim Zweirad aber zumindest als gewöhnungsbedürftig herausstellte.

Dann die Aufhängepunkte für den Gleitschirm, die in horizontaler Richtung ziemlich genau im Schwerpunkt angebracht sein müssen. Ein Seil, das den Rahmen umschlingt, wurde als einfache und sichere Lösung gewählt. Mit zwei Spreizen wurden die Aufhängepunkte seitlich fixiert. Schließlich brauchte es noch einen Motor mit Propeller am Heck, der zum Schutz der Leinen außerdem einen Käfig erhielt.



Der Erstflug auf La Palma

Mit diesem Gerät, dem Skyrider One, machte ich am 12.3.2016 auf der Kanareninsel La Palma den Jungfernflug. Auch die Fahrt zum Startplatz und vom Landeplatz wieder zurück nach Hause, habe ich mit dem Skyrider One auf der Straße gemacht. Diesen Erstflug habe ich in einem Video dokumentiert:

https://www.youtube.com/watch?v=C_CukSzts_Y

(Youtube Kanal: Forschungsbuero; „Skyrider One – Very First Flight of the Electric Scooter and Paraglider“)



Der Start fand an einem regulären Gleitschirm Startplatz statt. Eine andere geeignete ebene Fläche war auf La Palma schwierig zu finden. Die Leistung hätte aber sicherlich ausgereicht, um auch in der Ebene zu starten.

Der Start an sich war problemlos. Allein durch Anfahren mit dem Radnabenmotor (rechter Drehgriff am Lenker) wird der Schirm aufgezoogen. Der Wind sollte genau von vorne kommen, dann kommt der Schirm ganz sauber hoch. Erst dann wird mit dem Gasgriff links am Lenker der Propeller angeworfen. Erst kurz nach dem Start wird auf die Bremsleinen umgegriffen. Diese Prozedur klingt etwas ungewohnt gegenüber einem Trike, ist aber schnell erlernbar. Als Kritik kam von fachkundiger Seite, dass ich die Hände nicht an den Bremsleinen habe beim Start. Dies stellt aber m.E. kein Problem dar. Wenn der Schirm etwas schräg hochkommt, wird er einfach unterfahren. Bei einem Startabbruch greift man schnell um und bremst den Schirm runter. Dies habe ich bereits ausführlich auf einem kleinen Platz getestet.

Bei herkömmlichen Verbrennungsmotoren läuft der Propeller während des gesamten Startvorgangs. Die Propellerwirbel können das Aufziehen des Gleitschirms dabei durcheinander bringen, was den Start erheblich erschweren kann. So gesehen fand ich den Elektro-Start viel einfacher und gleichmäßiger, als mit entsprechenden Verbrenner-Trikes. Die Balance mit den zwei Rädern stellt auch kein großes Problem dar, da mit den Füßen unterstützt werden kann.

Insgesamt dauerte der Flug 46 Minuten, wobei ich auch reichlich Thermik "mitgenommen" habe. Als Gleitschirm diente ein regulärer Tandemschirm mit 42 m² Fläche und bis zu 230 kg Startgewicht. Mit einem Startgewicht von nur 185 kg war der Schirm also reichlich groß dimensioniert. Die Freude am Thermikfliegen wurde allerdings durch eine deutliche Neigung zu Gierschwingungen bei äußeren Störungen etwas getrübt. Durch kompaktere und leichtere Bauweise, breitere Aufhängung und kleineren Schirm kann dieses Verhalten sicherlich verbessert werden.



Der Antrieb

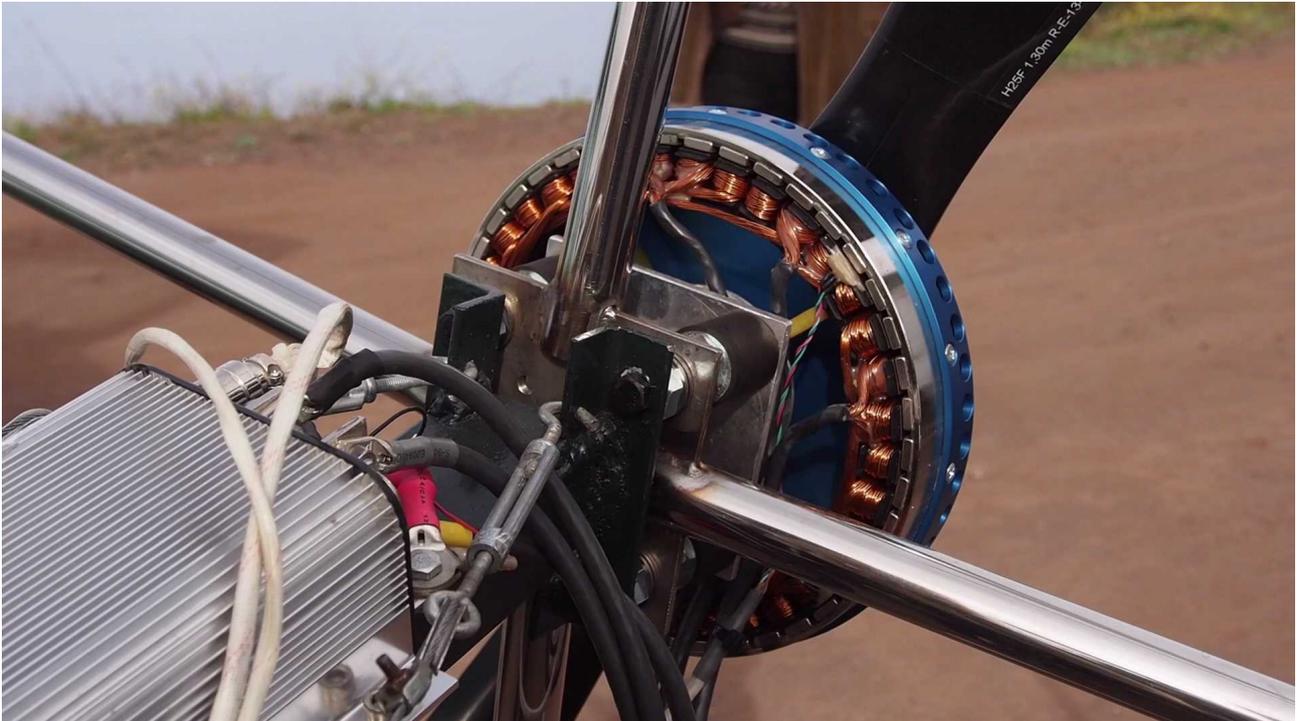
Die Verwendung von zwei separaten Motoren für Radantrieb und Propeller ist ein wesentliches Merkmal des Skyrider One. Es hat entscheidende Vorteile beim Start, beide Antriebe unabhängig und überlappend verwenden zu können.

Vermutlich ist diese Variante auch nicht viel schwerer, als die Verwendung eines einzigen Motors mit entsprechender Kraftumlenkung und Schaltgetriebe.

Als Radantrieb wurde beim ersten Prototyp der Radnabenmotor des vorhandenen Elektromotorrollers verwendet. Dieser Motor ist mit ca. 25 kg Gewicht relativ schwer. Deutlich leichter ist ein separater Motor ähnlicher Leistung (ca. 6 kW), der über eine Kette das Hinterrad antreibt. Damit lassen sich auf Straße Geschwindigkeiten von etwa 80 km/h erreichen. Wenn man mit weniger Leistung zufrieden ist, können auch kleinere und leichtere Radnabenmotoren (z.B. von Goldenmotor mit ca. 1,5 kW bei etwa 6 kg) verwendet werden.

Für den Antrieb des Propellers habe ich einen Geiger/Eck Motor verwendet, den ich allerdings mit einer anderen Bewicklung versehen habe.

An einer Eigenkonstruktion des Motors für den Propellerantriebs arbeite ich derzeit. Durch die Verwendung von Kobalt-Eisen-Bleichen für den Stator kann der Motor mit deutlich höheren Flussdichten von bis zu 2,3 T (gegenüber 1,8 T bei Silizium-Eisen Bleichen) betrieben werden. Außerdem werden hochfeste Aluminium- und Titanlegierungen eingesetzt. Durch alle diese Maßnahmen kann die Leistungsdichte der Motoren erheblich gesteigert werden.



Die weitere Entwicklung

Nun steht der Bau eines zweiten Prototyps an, der einige Verbesserungen erhalten soll.

Der Rahmen wird aus meinem selbst entwickelten Aluprofil bestehen, bei dem modular viele Komponenten einfach angeklemt werden können (Easy-Rahmenprofil).

Statt der Rollerreifen werden deutlich leichtere Räder von einem Moped verwendet. Antrieb ist diesmal kein schwerer Radnabenmotor, sondern ein selbst entwickelter BLDC Motor, der das Hinterrad über eine Kette antreibt.



Mit einem Tretgenerator kann pedaliert und auf diese Weise zusätzlich Strom erzeugt werden. Der Skyrider könnte somit bei niedrigen Geschwindigkeiten auch autonom wie ein Fahrrad gefahren werden. Stromerzeugung in der Luft ist natürlich auch denkbar, aber mit ca. 200 W gegenüber den nötigen mehreren kW für den Propellerantrieb eher vernachlässigbar.

Einen Prototyp des Tretgenerators habe ich in diesem Video beschrieben:



<https://www.youtube.com/watch?v=7hfCIQh3rxM>

Für eine verbesserte Version des Tretgenerators existieren bereits Pläne. Dabei wird ein direkt angetriebener Generator koaxial auf der Tretlagerachse angebracht. Die ganze Einheit wird dadurch sehr kompakt und hat dann auch gar keine Kette mehr.

Eine wesentliche Verbesserung beim nächsten Skyrider ist die Verwendung eines Klapppropellers. Dadurch kann ein sperriger Käfig entfallen, da die Position des Gleitschirms elektronisch überwacht wird und den Motor nur freigibt, wenn der Schirm "steht". Der Klapppropeller kann außerdem mit wenigen Handgriffen abgenommen werden und stört so auf der Straße überhaupt nicht mehr.

Durch alle diese Maßnahmen kann das Gewicht deutlich reduziert werden. Außerdem wird beim nächsten Prototyp auf die Einhaltung von Bauvorschriften, sowohl auf der Straße, als auch in der Luft geachtet und entsprechende Zulassungen angestrebt werden. Die Permit to Fly ist für 2017 geplant.

Eine Serienproduktion sollte durch einen bereits am Markt agierenden Hersteller erfolgen. Erste Gespräche mit potenziellen Herstellern sind bereits positiv verlaufen.



Die technischen Daten (geplant)

Leermasse (ohne Akku):	38 kg
Masse Akku:	32 kg
Gesamtmasse Fahrzeug:	70 kg
Masse Gleitschirm:	7 kg
Rüstmasse:	77 kg
Zuladung (max.):	123 kg
MTOW:	200 kg
Akkukapazität:	6 kWh
Nennspannung:	52 V
Zellentyp:	18650
Zellenzahl:	14s40p
Ladegerät:	2400 W
Ladezeit:	80% in unter 2 h
Motor Radantrieb:	BLDC, bis zu 8 kW
Motor Propeller:	BLDC, bis zu 13 kW
Propellerdurchmesser:	1,40 m klappbar
Reisegeschwindigkeit:	40 km/h
Gleitzahl Gleitschirm:	ca. 8
Leistungsbedarf bei Reisegeschw.:	ca. 6 kW
Motorlaufzeit bei Reisegeschw.:	bis zu 60 min.

Der Donauflug

Für den geplanten Flug entlang der Donau halte ich den Skyrider One für sehr gut geeignet. Allerdings ist er für eine völlig andere Art des Reisens gedacht. Die Flugleistungen sind natürlich längst nicht so gut, wie bei anderen Flugzeugen, und auch die Akkukapazität erlaubt keine großen Etappen. Dafür hat der Skyrider einige Vorteile, die kaum ein anderes Fluggerät bieten kann. Es sind sehr kurze Start- und Landestrecken möglich, so dass sich selbst kleinste Wiesen dafür eignen. In Deutschland herrscht zwar Flugplatzzwang, aber grundsätzlich könnte überall dort geflogen werden, wo sich sonst Gleitschirme mit Rucksackmotor tummeln. Andere Länder sind in dieser Hinsicht viel liberaler, und zum Glück geht die Strecke ja nur ein kurzes Stück durch Deutschland. Um die Akkus wieder aufzuladen, kann man jede normale Haushaltssteckdose verwenden. Mit entsprechend großem Ladegerät sind kurze Ladezeiten von 1-3 h möglich. Nicht immer taugt das Wetter und vor allem der Wind zum Fliegen, wie auch Berblinger leidhaft feststellen musste. Statt dann am Flugplatz gegrounded zu sein, könnte man mit dem Skyrider auch einfach Etappen auf der Straße zurücklegen. Für meinen Geschmack ist diese kombinierte Art des Reisens sogar noch attraktiver, als die Strecke komplett in der Luft zu bewältigen. Beides hat eben seine Vor- und Nachteile.

Die Streckenplanung

Die etwa 2500 km lange Strecke von Donaueschingen bis zum Mündungsdelta bei Tulcea (Rumänien), immer entlang der Donau, ist nur in vielen kleinen Etappen zu bewältigen. Beim durchschnittlichen Tempo eines normalen Gleitschirms von ca. 40 km/h halte ich Tagesleistungen von bis zu 200 km für realistisch.

Mit einem schnelleren Reflex-Schirm und höherer Flächenbelastung sind auch Geschwindigkeiten von bis zu 80 km/h und Tagesleistungen von bis zu 400 km denkbar. Dabei sollte Thermik ausgiebig genutzt werden, um möglichst weite Strecken mit einer Akkuladung zu erreichen. Dennoch sollte man mehrere Ladephasen täglich einplanen.

Für die gesamte Strecke würde ich also mindestens 2 bis 3 Wochen veranschlagen. Die Strecke kann über offizielle Flugplätze geführt und dort jeweils nachgeladen werden. Auch Landungen auf Wiesen und die Nutzung von privaten Steckdosen zum Nachladen wäre bei Bedarf denkbar. Der Kontakt zur einheimischen Bevölkerung wäre somit inklusive. Diese Reise hätte damit auch eine breitere Öffentlichkeitswirkung für den Elektroflug, als es mit einem Nonstop Flug der Fall wäre.

Zusammenfassung

Der Skyrider One ist ein E-Bike, welches an einen Gleitschirm angehängt werden kann. Die wesentlichen Vorteile sind:

- Sowohl Fahren, als auch Fliegen mit einem Gerät
- Extrem leicht
- Einfache Benutzung
- Kurze Start- und Landestrecken
- Kostengünstig
- Sauber und leise durch Elektroantriebe

Thomas Senkel
Forschungsbüro
Härtenstr. 91
72127 Kusterdingen

Thomas.Senkel@Forschungsbuero.de