



FES WARTUNGSHANDBUCH

Version 1.16

Für folgende Flugzeugtypen: LAK17A FES, LAK17B FES, MiniLAK FES
Silent 2 Electro FES, AS 13,5m FES
HPH 304ES FES
Discus-2c FES, Ventus-2cxa FES



LZ design d.o.o., • Brod 3D, 1370 Logatec, Slowenien • tel +386 59 948 898
info@lzdesign.si • www.front-electric-sustainer.com

Inhaltsverzeichnis

1. Wichtige Informationen	3
1.1 Beschränkte Gewährleistung	3
2. Einleitung.....	4
3. Beschreibung des FES Systems	4
3.1 Allgemeine Anordnung	4
3.2 Beschreibung der Komponenten des FES Systems.....	6
3.2.1 Elektrischer Motor	6
3.2.2 Propeller.....	7
3.2.3 FCU Instrument	8
3.2.4 Akkupacks und Ladegeräte.....	9
3.2.5 Verkabelung	10
3.3 Allgemeiner FES Schaltplan	11
4. FES Wartung	12
4.1 Wartung der Hauptkomponenten des FES Systems	12
4.1.1 Motor Wartung.....	12
4.1.2 Propeller Wartung	12
4.1.3 Akkupack Wartung	12
4.1.4 FCU Instrument Wartung	12
4.2 Standardverfahren und Kontrollen	13
4.2.1 Auf- und Abrüsten eines mit FES ausgestatteten Segelflugzeugs	13
4.2.2 Tägliche Kontrolle.....	13
4.2.3 Vorflugkontrolle	13
4.2.4 FES Testlauf am Boden.....	13
4.2.5 Kontrolle nach dem Flug	14
4.2.4 Handhabung am Boden	14
4.2.5 Abstellen und Transport am Boden	15
4.2.6 Lagerung und Transport	15
4.2.7 Reinigung und Pflege.....	15
4.2.8 Kontrolle am Ende der Flugsaison	15
4.3 Einstellungen.....	16
4.4 Auf- und Abrüsten eines mit FES ausgestatteten Segelflugzeugs	16
4.4.1 Ausbau der Akkupacks.....	16
4.4.1.2 Einbau der Akkupacks in das Segelflugzeug	17
4.4.2 Ein- und Ausbau des Motors.....	18
4.4.3 Montage und Demontage des Propellers.....	19
Der Ein- und Ausbau des Propellers wird im FES Propeller Handbuch beschrieben.....	19
4.5 Hinweise zum Schmieren	20
5. Periodische Kontrollen	20
5.1 Einführung	20
5.2 Prüfintervalle des Segelflugzeugs.....	20
5.3 Inspektion alle 100 Flugstunden	21
5.4 Jährliche Kontrolle.....	21
5.5 Kontrolle nach einer harten Landung oder einem Ringelpiez	21
5.6 Kontrolle am Ende der Flugsaison.....	22
6. Teile mit beschränkter Nutzungsdauer	22
7. Beschilderung.....	22
8. Wuchten der drehenden Teile	22
9. Reparatur.....	23
9.1 Liste möglicher Probleme.....	23
9.2 Ersatzteilliste	25
9.3 Löten	25
9.4 Notwendige Materialien für kleinere Reparaturen	25
10. Bearbeitungsverlauf	26

1. Wichtige Informationen

Bitte lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig. Es enthält wichtige Informationen zu Ihrem FES-System, welche für die Flugsicherheit unerlässlich sind.

Die Informationen in diesem Dokument sind vorbehaltlich etwaiger Änderungen. LZ design behält sich das Recht vor, Änderungen und Verbesserungen an seinen Produkten vorzunehmen und den Inhalt zu ändern, ohne Personen oder Organisationen über solche Änderungen oder Verbesserungen informieren zu müssen.



Vorsicht: Das gelbe Dreieck markiert Handbuchabschnitte, die wichtig für einen sicheren Betrieb sind und sorgfältig gelesen werden müssen.



Warnung: Das rote Dreieck markiert kritische Verfahren, die die Flugsicherheit beeinträchtigen oder kritische Situationen herbeiführen können.



Hinweis: Das Glühbirnensymbol markiert nützliche Hinweise für den Leser.

1.1 Beschränkte Gewährleistung

Für das FES System gilt eine zweijährige Garantie auf Material- und Verarbeitungsfehler. Während des Garantiezeitraums wird LZ design nach eigenem Ermessen Komponenten, die im normalen Gebrauch versagen, reparieren oder ersetzen. Für die Reparatur oder das Ersetzen von Bauteilen fallen für den Kunden keine Kosten an, lediglich die Transportkosten werden vom Kunden übernommen. Diese Garantie gilt nicht für Fehler aufgrund von Missbrauch, unsachgemäßer Verwendung, Unfällen oder nicht autorisierten Veränderungen oder Reparaturarbeiten.

Falls das FES durch einen autorisierten Betrieb eingebaut wurde, trägt dieser die Verantwortung und Garantie für den Einbau und Ausfall von Komponenten, der durch einen unsachgemäßen Einbau zustande kommt, auch wenn diese erst später während des normalen Betriebs ausfallen. LZ design trägt keine Verantwortung für eigenständigen Einbau, Änderungen oder Reparaturen, Missbrauch oder Unfälle.

LZ design haftet unter keinen Umständen für beiläufig entstandene, konkrete, indirekte Schäden oder Folgeschäden, die durch die sach- oder Unsachgemäße Verwendung, die Nichtverwendbarkeit dieses Produkts oder defekte des Produkts entstehen. In einigen Ländern ist der Ausschluss von beiläufig entstandenen Schäden und Folgeschäden nicht gestattet. In einem solchen Fall treffen die vorgenannten Ausschlüsse nicht auf Sie zu. LZ design behält sich das ausschließliche Recht vor die Einheit oder die Software nach eigenem Ermessen zu reparieren oder zu ersetzen oder den vollständigen Kaufpreis zu erstatten. Diese Rechtsmittel sind die einzigen ihnen im Falle eines Garantieanspruchs zur Verfügung stehenden Rechtsmittel.

Wenden Sie sich bei Garantieansprüchen an den Hersteller Ihres mit FES ausgestatteten Segelflugzeuges, Ihren örtlichen LZ design Händler oder direkt bei LZ design.

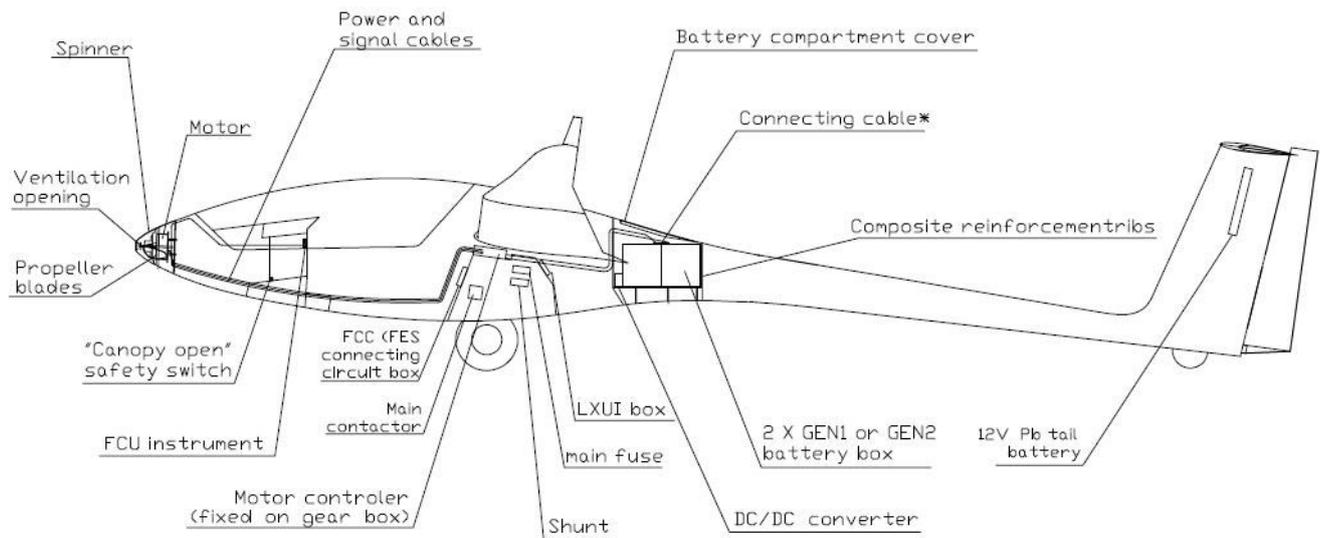
2. Einleitung

Das FES Wartungshandbuch ist Teil des FES System Handbuchs und enthält Informationen für Piloten, Techniker und Handwerker zur sicheren und fachgerechten Wartung für Segelflugzeuge, die mit einem FES System (Front Electric Selflaunch/ Sustainer) ausgestattet sind. Diese Informationen entsprechen den Anforderungen nach CS 22.1529 für die Wartung von Segelflugzeugen.

3. Beschreibung des FES Systems

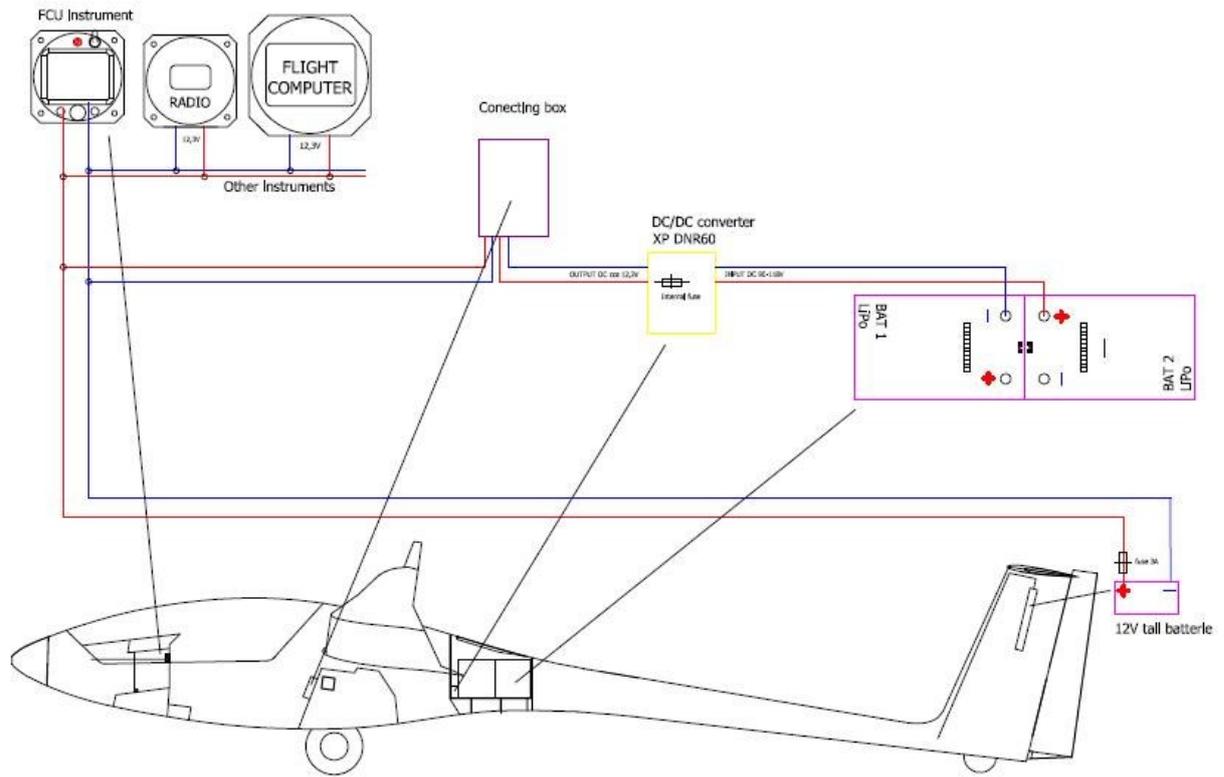
Wir haben viel Aufwand in die Entwicklung des FES Systems gesteckt, um dieses so einfach und zuverlässig wie möglich zu gestalten und dabei die Wartung möglichst gering zu halten. Jedoch sind minimale Wartungsarbeiten trotzdem notwendig. Um die Wartung durchführen zu können muss zunächst die Verteilung der installierten FES Komponenten und ihre Funktion bekannt sein.

3.1 Allgemeine Anordnung



* At GEN1 battery pack here is located main fuse

Allgemeine Anordnung des FES Systems.



Verkabelung der Instrumente zur FES 12V Stromversorgung.

3.2 Beschreibung der Komponenten des FES Systems

3.2.1 Elektrischer Motor

Der Motor ist ein bürstenloser, synchroner, Permanentmagnet-Außenläufer (BLDC) mit einem elektronischen Dreiphasenregler. Die Rotorposition wird durch drei Hallsensoren und einen zusätzlichen vierten Hallsensor für die automatische Propellerpositionierung bestimmt.

Dieser Motor kann nur in Kombination mit einem passenden Regler verwendet werden, der die Gleichspannung des Akkupacks in einen drei Phasen Wechselstrom transformiert, welcher den Motor speist.

Leistungsdaten des Elektromotors FES-DIS-M100 bei 116V am Motorregler und mit einem FES-DIS-P1-102 Propeller belastet:

FES MOTOR	
Maximales Drehmoment	75 Nm
Maximaler Strom	200 A
Maximale Spannung	180 V
U/(min*V) ohne Last	45 U/(min*V)
U/min ohne Last (mit 116V am Regler)	5300 U/min
Motorstrom ohne Last (bei 5300U/min)	16 – 18 A
U/min mit FES-LAK-P10-100 Propeller (1m Durchmesser)	4500 U/min
Akkustrom (4500 U/min, 116V) mit FES-LAK-P10-100	bis zu 200 A
Rotordurchmesser	177 mm
Motorlänge	100 mm
Motormasse ca.	7,3 kg
Motorwirkungsgrad	82 – 95 %
Maximal zulässige Temperatur	90 °C
Minimal zulässige Starttemperatur	-20 °C

Detailliertere Informationen zum Motor werden im FES Motor Handbuch beschrieben.

3.2.2 Propeller

Der klappbare Festpropeller aus Kohlefaser ist ein qualitativ sehr hochwertiges Produkt.

Der hier beschriebene FES Propeller ist in Übereinstimmung mit CS 22 Abschnitt J ausgelegt und getestet. Er ist aus GFK und CFK und wird in präzisen CNC gefrästen Formen hergestellt. Dies ermöglicht es eine sehr genaue Propellergeometrie zu fertigen.

Die Struktur wird durch einen hochqualitativen weißen Acryllack gegen Feuchtigkeit und Abnutzung geschützt. Jedes Propellerblatt wird eingeschliffen und poliert, sodass die zulässige Massenabweichung nur 0.2g beträgt. Der Lack ist beständig gegen Kraftstoff, Öl und andere chemische Produkte. Der Lack ist außerdem sehr flexibel.

Technische Daten und Betriebsgrenzen des Propellers

FES Propeller	
Anzahl an Propellerblättern:	2
Maximale Leistung am Propellerschaft:	23 kW
Maximale Drehzahl:	4500 U/min +5 %
Masse eines Propellerblatts ohne Befestigungsschrauben:	ca. 245 g
Durchmesser des Propellers:	1000 mm
Betriebszeit zwischen Generalüberholungen:	50 Stunden
Gesamte Betriebszeit:	200 Stunden
Propellertyp:	Traktor
Drehrichtung:	Im Uhrzeigersinn (in Flugrichtung).
Betriebsbedingungen:	In allen üblichen Flugbedingungen eingesetzt werden.

Detailliertere Informationen zum Propeller werden im FES Propeller Handbuch beschrieben.

3.2.3 FCU Instrument

Das FCU Instrument wurde für das LZ design FES System von LXNAV gefertigt, die für ihre exzellenten Flugrechner (LX8000, LX9000) und E-Varios bekannt sind.

Das FCU Instrument wird von LXNAV exklusiv für das FES System von LZ design hergestellt

Technische Daten:

- On/OFF Schalter
- Sonnenlichttaugliches QVGA LCD Display (320*240)
- Stromverbrauch ca. 100 mA
- 1* Drehregler mit Druckknopf
- 1* Drehzahl Eingang
- 2* LED Eingang
- 1* digitaler Ausgang für Bremse
- 1* analoger Ausgang für POWER (einstellbar mittels Leistungsdrehregler)
- 4* Temperatur (Regler/Motor/2* Akku)
- Audio Signal
- 1* analoger Eingang für Strommessung
- 1* analoger Eingang für Spannungsmessung
- 1* rs232 Eingang für Firmware Update
- 1* Eingang für Haubenschalter
- 1* CAN Bus
- 1* RS485
- 1* zusätzlicher analoger Eingang

Detailliertere Informationen zum FCU Instrument werden im FES FCU Instrumenten Handbuch beschrieben.

3.2.4 Akkupacks und Ladegeräte

Standard FES Akkupacks bestehen aus 14 in Reihe geschalteten Zellen. Für das FES System werden zwei Akkupacks benötigt. Diese sind mit einer Seriennummer und dem Buchstabe A für den ersten und B für den zweiten Akkupack markiert.

Wir verwenden eine der besten Hochleistungs-SLPB (Superior Lithium Polymer Battery) Zellen die auf dem Markt erhältlich sind und die vom weltbekannten Hersteller Kokam gefertigt werden. Es können detaillierte technische Informationen zu den Zellen gefunden werden.

- Akkupacks **GEN1** besitzen ein **externes BMS** (Battery Management System)
- Akkupacks **GEN2** sind mit einem **internen BMS** (Battery Management System) ausgestattet

Als + und – Anschlüsse (nur bei den GEN2 Akkupacks) wurden hyperbolische Amphenol Radsok Hochstrom Steckverbinder ausgewählt. Weibliche Hochstromstecker sind im Gehäuse der Akkupacks verbaut.

Um ein mögliches Verpolen zu vermeiden wurden 8mm Stecker für den – Pol und 10mm Stecker für den + Pol gewählt.

Technische Daten

Akkupack Typ	FES GEN2 14S 40Ah
Gewicht	15,7 kg
Gehäuse Abmessungen (WxLxH), ohne Bediengerät und Lüfter	154x220x260 mm
Zellenhersteller	Kokam, Südkorea
Zellentyp	SLPB100216216H
Durchschnittliche Kapazität pro Zelle	40 Ah
Anzahl an Zellen	14
Energiespeicherkapazität	2,1 kWh
Maximal zulässige Gesamtspannung	58,3 V
Minimal zulässige Gesamtspannung	42 V
Maximal zulässiger Strom	250 A
Maximaler Ausgleichsstrom pro Zelle	1 A
Internes BMS Typ	FES-BMS-9R
Standard Ladegerät	KOP1001
Standard Ladegerät	KOP602
2000 W	KOP2300
2000 W	R2300

Detailliertere Informationen über verfügbare Akkupacks können in folgenden Handbüchern gefunden werden:

- FES GEN1 Akkupack Handbuch
- FES GEN2 Akkupack Handbuch

3.2.5 Verkabelung

Die FES Verkabelung besteht aus:

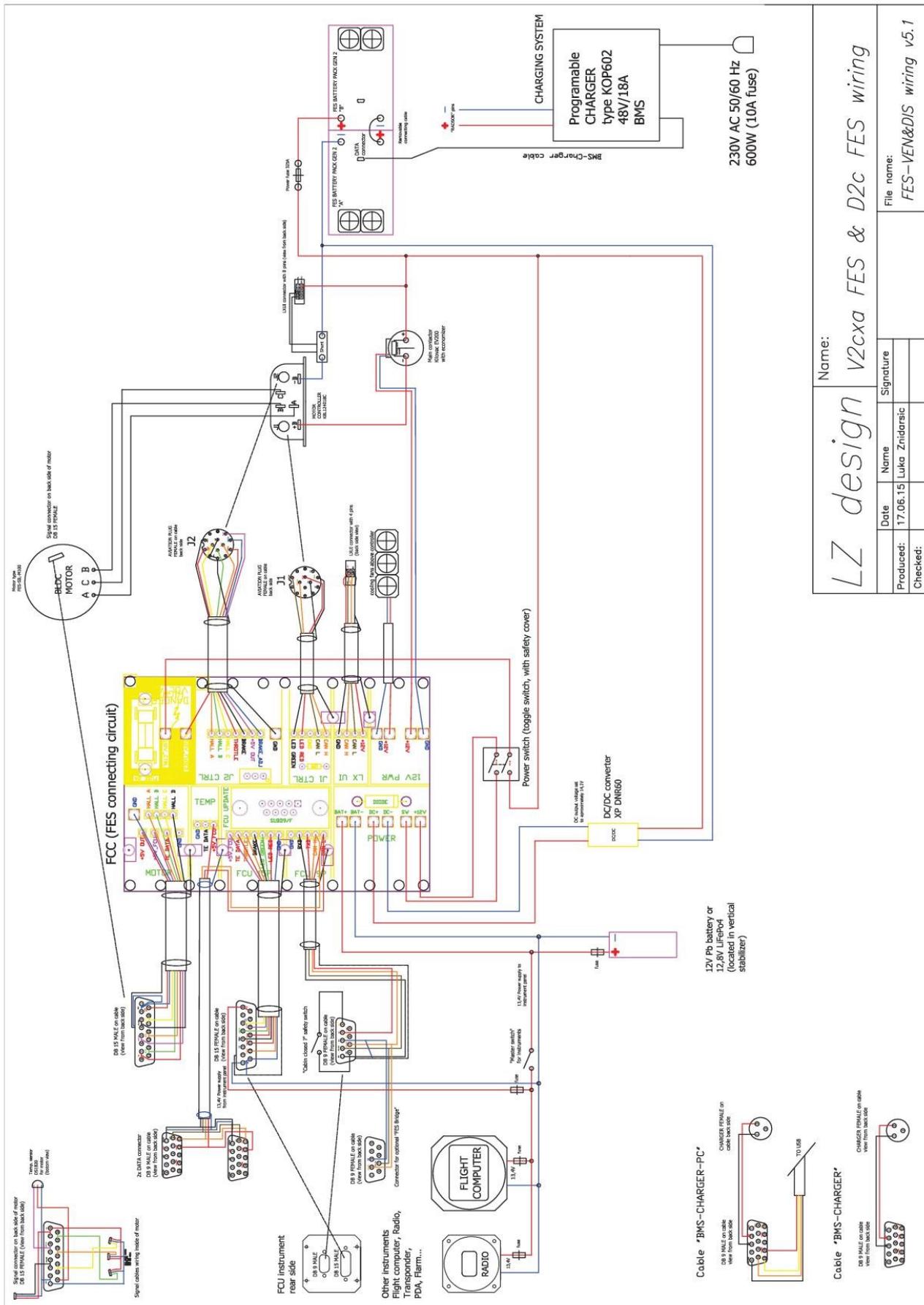
1. LEISTUNGS-KABELN
2. SIGNAL-KABELN
3. 12V-KABELN
4. VERSCHIEDENEN STECKERN.

Für die Signalleitungen verwenden wir qualitativ hochwertige verzinnte und geschirmte Betatherm 155 Kabel. Für alle 12 V Verbindungen verwenden wir luftfahrtzugelassene Kabel nach Spezifikation 55.

An den Enden der Leistungskabel sind passende Kabelschuhe und Radsok Leistungsstecker gekrimpt und gelötet. Signalkabel sind an DB9 oder DB15 Mehrfachstecker gelötet bzw. am anderen Ende direkt auf die Platine der FCC. 12V Leitungen sind mit Kabelschuhen versehen.

- Ein DC/DC Wandler wandelt die hohe Spannung der FES Akkupacks in 12V, welche die Instrumente und der Hauptschütz benötigen. Außerdem wird damit der 12V Akku geladen, falls einer installiert ist.
- Der Hauptschütz wird verwendet, um die Versorgungsakkus (FES Akkupacks) mit dem Motorregler zu verbinden und zu trennen. Es ist außerdem ein Ladevorwiderstand verbaut.
- Der Motorregler wandelt die hohe Gleichspannung in eine drei Phasen Wechselfrequenzspannung welche in den Motor geht. Außerdem sendet er die Drehzahl und Reglertemperatur mittels CAN Bus dem FCU Instrument.
- Es werden Gebläse verwendet um den Motorregler zu kühlen.
- Der zweipolige Leistungsschalter schaltet die 12V für den Hauptschütz und die Verteilerplatine des Motorreglers.
- Das integrierte BMS der Akkupacks gleicht die einzelnen Zellen aneinander an und kontrolliert den Ladevorgang. Es kann mit einem speziellen Kabel an den PC angeschlossen werden um den Ladevorgang am PC mit der BMS Control Software zu verfolgen. Während des Fluges sendet das BMS Daten an das FCU Instrument über die Temperatur der Akkupacks und die einzelnen Zellspannungen.
- Um den Akkustrom zu messen wird ein Shunt verwendet.
- LXUI Box wandelt die analogen Signale der Strom- und Spannungsmessung in digitale Signale um, die via Can Bus an das FCU Instrument gesendet werden.
- Die FCC Box hat eine Platine auf der alle Signal- und 12V-Kabel zusammenkommen und verteilt werden. Sie besitzt außerdem einen Mikrocontroller zur automatischen Propellerpositionierung. Außerdem besitzt sie eine 2A-Sicherung, ein Potentiometer, um die elektronische Bremse einzustellen, sowie einen weiblichen DB9 Stecker für FCU Updates.
- Ein zusätzlicher 12V-Akku ist nicht unbedingt notwendig und hauptsächlich dazu da an den anderen Geräten Einstellungen vorzunehmen falls die Hauptakkupacks noch geladen werden. Der Akku sollte mit 3A abgesichert sein.
- Eine 325 A-Sicherung schützt das gesamte System vor einem Kurzschluss.
- Die Akkupacks stellen die Energie für das gesamte FES System zur Verfügung.
- Ein 1 kW oder optional zwei 600 W externe Ladegeräte werden verwendet, um die Akkupacks nacheinander bzw. gleichzeitig im Falle von zwei Ladegeräten zu laden.
- Das FCU Instrument zeigt dem Piloten die wichtigsten Parameter an. Außerdem besitzt sie den Leistungsdrehregler und 3 helle LEDs in rot und grün

3.3 Allgemeiner FES Schaltplan



Name: *LZ design*

Date	Name	Signature
17.06.15	Luka Zhdarsic	

File name: *FES-VEN&DIS wiring v5.1*

Produced: _____
Checked: _____

4. FES Wartung

4.1 Wartung der Hauptkomponenten des FES Systems

4.1.1 Motor Wartung

Der FES Motor wurde so entwickelt, dass praktisch keine spezielle Wartung notwendig ist.



Warnung: *Öffnen oder demontieren des Motors führt zum Verlust der Garantieleistung! Es kann außerdem sehr gefährlich sein aufgrund von sehr starken Magneten am Rotor des Motors.*

Es muss jedoch sichergestellt werden, dass keine Fremdobjekte ins Innere des Antriebs kommen können. Außerdem muss der Motor vor Feuchtigkeit, Dreck, Farbe, Kleber etc. geschützt werden. Wenn dies nicht eingehalten wird kann eine fehlerfreie Funktion des Motors nicht sichergestellt werden und es kann zu irreparablen Schäden des Motors kommen. Im Falle einer Beschädigung muss der Motor zum Hersteller zur Reparatur gesendet werden.



Hinweis: *Speicherkarten dürfen nicht in die Nähe des Rotors gebracht werden, da das wechselnde Magnetfeld die Daten darauf zerstören kann. Vorsicht ist auch bei medizinischen Geräten (z.B. Herzschrittmacher) geboten, die empfindlich auf elektromagnetische Felder sind.*

Der schmale Spalt zwischen Stator und den Magneten des Rotors hat funktionsbedingt eine Dicke von wenigen Zehntel Millimetern. Hier besteht die Gefahr, dass sich fremde Gegenstände ansammeln, was jedoch durch Kratzgeräusche bemerkt werden kann. In diesem Fall muss der Spinner entfernt und der Motor mit Druckluft ausgeblasen werden. Den Antrieb nicht einfach weiterbetreiben. Vorsicht mit Spänen, die nahezu nicht entfernbar an den Magneten kleben können. In diesem Fall muss der Motor durch den Hersteller zerlegt werden.

4.1.2 Propeller Wartung

Siehe FES Propeller Handbuch.

4.1.3 Akkupack Wartung

Siehe FES Akkupack Handbuch.

4.1.4 FCU Instrument Wartung

Siehe FES FCU Handbuch.

4.2 Standardverfahren und Kontrollen

4.2.1 Auf- und Abrüsten eines mit FES ausgestatteten Segelflugszeugs

Es gilt dasselbe wie im Handbuch des reinen Segelflugszeugs beschrieben.



Warnung: *Es muss sichergestellt werden, dass das Verbindungskabel zwischen den Akkupacks während des Auf- und Abrüstens nicht eingesteckt ist (falls diese fest im Rumpf installiert sind).*

4.2.2 Tägliche Kontrolle

Zu Beginn jedes Flugtags und nach jedem Einbau der Akkupacks ist die tägliche Kontrolle durchzuführen.

- Die Kontrolle des Segelflugszeugs muss nach dem entsprechenden Flughandbuch durchgeführt werden.
- Das FES System muss einer optischen Kontrolle unterzogen werden, insbesondere der Zustand der Propellerblätter.

4.2.3 Vorflugkontrolle

- Die Vorflugkontrolle des Segelflugszeugs muss nach dem entsprechenden Flughandbuch durchgeführt werden.
- Das FES System muss wie nachfolgend beschrieben mit einem kurzen Testlauf überprüft werden.

4.2.4 FES Testlauf am Boden

1. Propellerschutz und Heckkuller entfernen
2. Akkukasten öffnen
3. Sicherstellen, dass der Leistungsschalter ausgeschaltet ist
4. Verbindungskabel zwischen den Akkupacks anschließen
5. Akkukasten mit Kunststoffklebeband abdichten
6. Einsteigen und Haube schließen und verriegeln
7. Sicherstellen, dass der Propellerbereich frei ist (auch vor dem Propeller und in der Propellerebene)
8. FCU einschalten
9. Leistungsschalter einschalten
10. Ca. 8 Sekunden warten bis alle Akkusymbole im Display angezeigt werden
11. Motor starten und den Testlauf nur mit geringer Leistung durchführen



Wichtiger Hinweis: *Falls ein Testlauf mit maximaler Leistung durchgeführt werden soll, muss das Heck des Segelflugszeugs am Boden gehalten werden, damit die Propellerblätter nicht den Boden berühren und dadurch beschädigt werden können.*



Warnung: *Der Motor darf nicht für längere Zeit am Boden betrieben werden, insbesondere bei hoher Leistung! Beim Abschalten des Motors wird auch die Kühlung abgeschaltet. Der dadurch verursachte Temperaturanstieg kann den Motor beschädigen!*

12. Sicherstellen, dass die Motorbremse und die automatische Positionierung funktionieren
13. Leistungsschalter ausschalten
14. FCU ausschalten

4.2.5 Kontrolle nach dem Flug



Vorsicht: *Nach der Landung immer das Verbindungskabel zwischen den Akkupacks entfernen.*

(Bei älteren Akkupacks mit externem BMS: Immer die Leistungssicherung entfernen und die Sicherheitsabdeckung auf die Kontakte anbringen.)



Warnung: *Sicherstellen, dass der Leistungsschalter auf OFF steht bevor das Verbindungskabel entfernt wird (oder die Leistungssicherung).*

Falls der Motor im Flug verwendet wurde, müssen beide Akkupacks ausgebaut und entsprechend dem FES Akkupack Handbuch geladen werden.

4.2.4 Handhabung am Boden

Am Boden sollten die Propellerblätter durch einen speziellen Propellerschutz geschützt werden um ein Öffnen zu verhindern. Der Propellerschutz muss vor dem Flug entfernt werden!



Vorsicht: *Beim Anheben des Rumpfhecks zum Montieren des Spornkullers muss der Propeller in einer horizontalen Position sein.*



Warnung: *Drücken, Ziehen oder Heben am Propeller oder am Spinner ist verboten!*

Beim Öffnen oder Schließen der Haube müssen die Propellerblätter immer horizontal ausgerichtet sein.

4.2.5 Abstellen und Transport am Boden

Ein mit FES ausgestattetes Segelflugzeug darf nur draußen im Regen stehen, wenn es komplett mit qualitativ hochwertigen Allwetterbezügen abgedeckt ist.

Der Motor und das Akkufach müssen geschützt werden, sodass kein Wasser eindringen kann. Die Akkupacks müssen ausgebaut und an einem trockenen Platz gelagert werden, an den kein direktes Sonnenlicht kommen kann, um die Akkupacks vor Überhitzung zu schützen.

Beim Transport am Boden sollten die Akkupacks ordnungsgemäß gesichert und der Propeller in horizontaler Position sein. Es wird empfohlen eine Schleppstange oder zumindest ein Schleppseil zu verwenden.

4.2.6 Lagerung und Transport

Ein Segelflugzeug, das mit einem FES System ausgestattet ist, sollte in einem hochwertigen Anhänger aus Metall oder faserverstärktem Kunststoff mit guter Isolation und Lüftung gelagert werden.

Die Bewegung von leichteren Rümpfen kann durch eine Nasenkonushalterung verhindert werden. Diese muss die Form des Spinners haben, sowie ausreichend große Aussparungen für die Propellerblätter in horizontaler Position. Die Lagerung sollte durch ein weiches und dickes Material unterstützt werden.

Für schwere Rümpfe wird eine Halterung hinter dem Spinner empfohlen, um den Motor und die Propellerblätter vor erhöhter Belastung zu schützen.

Es wird empfohlen ein weiches Baumwollhaubentuch zu verwenden welches um die Rumpfnase geht und damit das Öffnen der Propellerblätter verhindert.

Wird kein Haubentuch benutzt sollte ein Öffnen der Propellerblätter mit einem Gummiband verhindert werden!

Der Rumpf sollte auf einem Rumpfwagen stehen, welcher kurz vor dem Hauptfahrwerk angebracht ist. Der Rumpfwagen muss gegen Rollen nach vorne gesichert sein!

4.2.7 Reinigung und Pflege

Das Putzen mit Wasser in der Nähe des FES Motors und des Akkufachs sollte vermieden werden. Spinner und Propellerblätter sollten mit einem feuchten Schwamm oder einem weichen Baumwolltuch gereinigt werden.

Klebebandrückstände sind am besten mit Benzin oder Nitroverdünnung zu entfernen.

4.2.8 Kontrolle am Ende der Flugsaison

Am Ende der Flugsaison oder vor längerer Lagerung im Hangar oder Anhänger sollten die FES Akkupacks ausgebaut und an einem trockenen Ort bei Raumtemperatur gelagert werden. Die optimale Lagerspannung beträgt ca. 3.7V pro Zelle (ca. 52V pro Akkupack oder 104V Gesamtspannung am FCU Instrument).

4.3 Einstellungen

Die folgenden Punkte des FES Systems müssen geprüft und eingestellt werden, falls sie außerhalb des zulässigen Bereichs sind.

1. Der Spalt zwischen Spinner und Rumpf sollte zwischen 0.5mm und 1mm betragen. Der Spalt kann durch Anziehen oder Lockern der 4 Muttern auf der Rückseite des Motorspans eingestellt werden (gültig nur für LAK Flugzeuge).
2. Öffnen und Schließen der Lüftung: Wenn der Lüftungshebel ganz herausgezogen ist sollte die Lüftung vollkommen geschlossen sein. Falls nicht, kann der Hebel an den beiden M3 Schrauben eingestellt werden.

4.4 Auf- und Abrüsten eines mit FES ausgestatteten Segelflugszeugs

4.4.1 Ausbau der Akkupacks

1. Prüfen, dass der Leistungsschalter ausgeschaltet ist.
2. Prüfen, dass die FCU und alle anderen Instrumente (Flugrechner, Flarm, Funk, Transponder, PDA etc.) ausgeschaltet sind.
3. Akkufachabdeckung öffnen.
4. Verbindungskabel zwischen den Akkupacks ausstecken.
5. Die beiden Stromversorgungskabel (ROT + und SCHWARZ -) von den Akkupacks ausstecken.
6. Die beiden Kabel auf der rechten Seite des Akkufachs befestigen.
7. Die beiden Datenkabel von den beiden Akkupacks ausstecken.
8. Die Datenkabel auf der Seite des Akkufachs befestigen.
9. Die Schrauben der Halteplatten entfernen.
10. Die Halteplatten ausbauen.
11. Das vordere Akkupack fest an dem Halteband greifen.
12. Akkupack aus dem Rumpf nehmen und an einen sicheren Platz stellen.
13. Den hinteren Akkupack an dem Halteband nach vorne ziehen.
14. Akkupack aus dem Rumpf nehmen und an einen sicheren Platz stellen.
15. Akkufachabdeckung schließen.



Vorsicht: Die Akkupacks müssen an einen trockenen und sicheren Platz gebracht werden.

4.4.1.2 Einbau der Akkupacks in das Segelflugzeug



Warnung: Vor dem Einbau muss sichergestellt werden, dass beide Akkupacks vollständig geladen sind. Beide Akkupacks müssen annähernd die gleiche Spannung pro Zelle haben (ca. 4.16 V pro Zelle). Die Abweichung der Gesamtspannung beider Akkupacks darf maximal 0,4 V betragen.

1. Akkufachabdeckung öffnen.
2. Kontrollieren, dass der Leistungsschalter ausgeschaltet ist.
3. Prüfen, dass die FCU und alle anderen Instrumente (Flugrechner, Flarm, Funk, Transponder, PDA etc.) ausgeschaltet sind.
4. Das erste Akkupack mit dem Bedienterminal nach vorne in den Rumpf einführen und nach hinten schieben.
5. Das zweite Akkupack mit Bedienterminal nach hinten in den Rumpf einführen.
6. Ein Halteplattenpaar auf dem hinteren Akkupack mittig über dem Haltegurt positionieren und die Schraube von Hand anziehen.
7. Ein Halteplattenpaar auf dem vorderen Akkupack mittig über dem Haltegurt positionieren und die Schraube von Hand anziehen.
8. Stromkabel aus der Seitenhalterung nehmen.
9. Das Kürzere Kabel mit dem 8mm Stecker und dem SCHWARZEN Gehäuse in die mit minus markierte Buchse des vorderen Akkupacks einstecken.
10. Das längere Kabel mit dem 10mm Stecker und dem ROTEN Gehäuse in die mit plus markierte Buchse des hinteren Akkupacks einstecken.
11. Die Stecker des Datenkabels in jedes Akkupack in den passenden DATA Anschluss einstecken.
12. „BMS Schalter“ an jedem Akkupack einschalten und warten, bis der Testlauf abgeschlossen ist.
13. Akkufachabdeckung schließen.

4.4.2 Ein- und Ausbau des Motors



Hinweis: *Ein Ausbau des Motors aus dem Segelflugzeug ist nur zulässig mit schriftlicher Genehmigung des Herstellers, ansonsten erlischt die Garantie!*



Warnung: *Es ist nicht zulässig mit ausgebautem Motor zu fliegen, da sich der Schwerpunkt signifikant ändert!*

Ausbau des Motors aus dem Segelflugzeug (komplett mit Spinner und Propeller)

1. Die Lüftung öffnen (Hebel in der vordersten Position).
2. Die sechs M4 Bolzen lösen und die Faserverbundabdeckung in der Mitte des Motorspans entfernen (von der Cockpit Seite aus).
3. Entriegeln der Federn, die den DB15 Stecker sichern und den Stecker vorsichtig von der Motorrückseite abziehen.
4. Lösen der drei selbstsichernden Muttern von der Motorrückseite und die 3 Anschlusskabel abziehen. Jedes Kabel ist mit einer anderen Farbe der Isolierung am Kabelschuh markiert (rot, blau und schwarz). Vor dem Entfernen ein Foto für den richtigen Zusammenbau machen. Sicherungsbleche der sechs M8 Bolzen lösen und die Bolzen herausschrauben. Dabei den Motorzusammenbau festhalten und vorsichtig aus dem Rumpf entfernen. Der Bolzen unter den Anschlusskabeln hat einen abgeflachten Kopf.

Um den Motor im Segelflugzeug wieder einzubauen müssen die vorherigen Schritte in umgekehrter Reihenfolge bearbeitet werden.

Dabei müssen folgende zusätzliche Schritte beachtet werden:

1. Die Lüftung komplett öffnen – Hebel in der vordersten Position.
2. Es wird empfohlen neue Sicherungsbleche zu verwenden, um die M8 Motorbefestigungsbolzen zu sichern.
3. Die Motoranschlusskabel müssen an den gleichen Positionen wie vor dem Ausbau angeschlossen werden (mit dem Foto vom Ausbau vergleichen), ansonsten läuft der Motor nicht oder evtl. in die falsche Richtung. Dazu nur neue selbstsichernde Muttern aus Metall verwenden. Sicherstellen, dass kein Kontakt zwischen Kabelschuh und Alugehäuse und den M8 Befestigungsbolzen besteht. Die Lücke zwischen diesen Elementen sollte jeweils mindestens 3mm sein. Unter dem mittleren Kabel muss der M8 Bolzen mit flachem Kopf verwendet werden (einer der sechs Bolzen, die den Motor befestigen).
4. Vorsichtig den männlichen DB15 Stecker (mit Signalkabeln) mit dem weiblichen Stecker auf der Motorrückseite verbinden.

Nach dem Wiedereinbau des Motors prüfen, dass:

- der Spinner mittig zum Rumpf sitzt, wenn er in Stoppstellung ist.
- der Spalt zwischen Spinner und Rumpf unbedingt zwischen 0.5-1mm beträgt. Der Spalt muss rundherum gleichmäßig sein (oben sollte der Spalt genauso breit sein wie unten, rechts genauso wie links). Ein Spalt größer als 1mm ist nicht zulässig.
- alle Bolzenverbindungen richtig angebracht und gesichert sind. Unter den sechs M8 Bolzen befinden sich Sicherungsbleche aus Messing, die um 90° gegen eine der sechs vertikalen Flächen des Bolzenkopfs gebogen sein müssen.

Danach den Motor am Boden für ein paar Sekunden laufen lassen und dabei testen, dass:

- der Spinner mittig zum Rumpf sitzt
- der Spalt zwischen Spinner und Rumpf 0.5-1mm beträgt
- alle Schraubverbindungen korrekt angezogen und gesichert sind
- der Motor richtig herum und sanft läuft
- die Propellerbremse funktioniert
- das FCU Instrument funktioniert

4.4.3 Montage und Demontage des Propellers

Der Ein- und Ausbau des Propellers wird im FES Propeller Handbuch beschrieben.

4.5 Hinweise zum Schmieren

Es gibt nur 3 Teile am FES System die eine Schmierung benötigen:

- die beiden Bolzen, die die Propellerblätter halten, sollten leicht geschmiert sein.
- die Ventalnadel der Belüftung, die durch den Schaft des Motors geht, sollte leicht geschmiert sein, sodass sie unter Federspannung leicht nach vorne und hinten wandern kann.

Zu viel Schmiermittel sollte vermieden werden, da die Zentrifugalkraft das Schmiermittel schnell verteilt was zu einem dreckigen Spinner von innen und einer dreckigen Oberfläche der Propellerblätter führt, was ähnlich wie Risse aussehen kann.

5. Periodische Kontrollen

5.1 Einführung

In diesem Abschnitt werden alle Inspektionen aufgelistet, die für einen sicheren Betrieb des FES Systems über dessen gesamte Lebensdauer notwendig sind.

Die periodischen Nachprüfungen müssen von qualifiziertem und dafür berechtigtem Personal durchgeführt werden.

5.2 Prüfintervalle des Segelflugzeugs

Die FES Inspektion sollte zusammen mit der Inspektion des entsprechenden Flugzeugtyps durchgeführt werden.

- Alle 100 Stunden
- Bei der jährlichen Kontrolle
- Nach harten Landungen, oder einem Ringelpiez
- Am Ende der Flugsaison oder vor einer langen Lagerung im Hangar oder Anhänger

5.3 Inspektion alle 100 Flugstunden

Zusätzlich zur Checkliste des Fliegers alle 100 Flugstunden muss das FES System nach folgender Checkliste überprüft werden.

Kontrolle alle 100 Flugstunden		Datum der Kontrolle:	
Nr.	Prüfen	Funktions-tüchtig Ja / Nein	Unterschrift
1	FCU Instrument Funktion und Verkabelung		
2	Lüftungsmechanik kontrollieren		
3	Propeller nach Propellerhandbuch überprüfen		
4	Motor nach Motorhandbuch überprüfen		
5	Motorbefestigung am Motorspant überprüfen		
6	Spalt zwischen Spinner und Rumpf überprüfen		
7	Alle Schraubverbindungen überprüfen		
8	Stromkabel auf Beschädigungen überprüfen		
9	Akkupacks überprüfen		
10	Zustand des 12V Akkus überprüfen - falls eingebaut		
11	Regler und Hauptverbinder überprüfen		
12	Testlauf des Motors am Boden durchführen		
13	Propellerbremse testen		
14	Propellerpositionierung testen		

5.4 Jährliche Kontrolle

Es ist notwendig das Flugzeug alle 12 Monate in Übereinstimmung mit der 100 Stundenkontrolle zu überprüfen. Zusätzlich muss geprüft werden, ob irgendwelche Updates der FES Handbücher auf der FES Website im Downloadbereich zur Verfügung stehen.

5.5 Kontrolle nach einer harten Landung oder einem Ringelpiez

- Prüfen, ob die Akkupacks äußerlich sichtbare Beschädigungen aufweisen
- Das FCU Instrument auf ordnungsgemäße Funktion überprüfen
- Prüfen, ob die Propellerblätter Beschädigungen aufweisen, falls diese den Boden berührt haben

5.6 Kontrolle am Ende der Flugsaison

Ausbau der FES Akkupacks aus dem Flugzeug und Lagerung an einem trockenen Ort bei Raumtemperatur. Am Besten sollten die Akkupacks bei einer mittleren Spannung von ca. 3.7V pro Zelle gelagert werden (ca. 52V pro Akkupack oder 104V an der FCU Gesamtspannungsanzeige).

6. Teile mit beschränkter Nutzungsdauer

Die folgenden Komponenten des FES Systems haben eine beschränkte Nutzungsdauer

- der 12V PB Akku sollte alle 5 Jahre ersetzt werden (falls im Flieger eingebaut)

Die anderen Komponenten des FES Systems müssen entsprechend ihrem Zustand getauscht werden.

7. Beschilderung

Wenn ein Segelflugzeug mit einem FES System ausgestattet ist, sollten folgende zusätzliche Beschilderungen im Cockpit vorhanden sein:

- Lüftung offen und Lüftung geschlossen
- Maximal zulässige Geschwindigkeit mit laufendem Motor

8. Wuchten der drehenden Teile

Damit das FES System ruhig läuft sind der gesamte Zusammenbau aus Motor, Spinner und Propellerblättern mit speziellen Geräten gewuchtet (auf ein Schwingungsniveau von weniger als 0,1 IPS).

Dabei wurden alle Komponenten mit kleinen Punkten markiert und so montiert, dass die Punkte auf derselben Seite sind. Diese Punkte müssen bei der Montage des Spinners oder der Propellerblätter beachtet werden, sodass eine ordnungsgemäße Orientierung wie davor gewährleistet wird. Falls die Markierungen nicht beachtet werden, kann es zu starken Vibrationen während des Motorlaufs kommen!

9. Reparatur

9.1 Liste möglicher Probleme

Ladegerät startet den Ladevorgang nicht.	Prüfen, ob das Ladegerät eingesteckt ist.
Ladegerät startet den Ladevorgang nicht.	Prüfen, ob das Verbindungskabel zwischen den Akkupacks und dem Ladegerät eingesteckt ist.
Ladegerät startet den Ladevorgang nicht.	Netztsicherung prüfen.
Akkusymbole werden nach dem Einbau von vollständig geladenen Akkus in der FCU nicht voll angezeigt.	Nach dem Einschalten des Leistungsschalters muss 8 Sekunden gewartet werden. Zusätzlich muss die Gesamtspannung der Akkupacks über 114V liegen.
Verbleibende Zeit wird in der FCU nicht angezeigt.	Code 00040 und anschließend 00030 eingeben.
Spannung und Strommessung ist nicht verfügbar.	Verbindung der LXUI prüfen.
Der Motor startet nicht oder nur kurz und stoppt dann.	Leistungsschalter prüfen und mehrfach ein- und ausschalten.

Falls ein Problem gemeldet wird, bitte das Problem und das Verhalten so gut wie möglich beschreiben. Es könnte hilfreich für Sie und für uns sein, wenn die folgende Tabelle ausgefüllt wird:

FCU Seriennummer	
FCU Software Version	
Wenn der Leistungsschalter auf OFF steht.*	
Sind die Akkupacktemperaturen verfügbar?	
Ist die Motortemperatur verfügbar?	
Wenn der Leistungsschalter auf ON steht und der Motor still steht.	
Leuchtet die grüne LED unten links?	
Wird »CONTROLLER READY« angezeigt?	
Leuchtet oder blinkt die rote LED unten rechts?	
Ist die Motorreglertemperatur verfügbar?	
Spannungsmessung verfügbar?	
Spannungslevel?	
Werden irgendwelche Meldungen angezeigt und wenn ja, welche?	
Leistungsschalter ist eingeschaltet und der Motor wurde gestartet und läuft.*	
Leuchtet die grüne LED unten links?	
Wird »CONTROLLER READY« angezeigt?	
Blinkt die rote LED unten rechts?	
Strommessung verfügbar?	
Leistungsberechnung verfügbar?	
Drehzahldaten vorhanden?	
Werden irgendwelche Meldungen angezeigt und wenn ja, welche?	

*Falls möglich ein Foto vom FCU Hauptbildschirm und der Infoseite machen.

9.2 Ersatzteilliste

- Propellerblätter
- Propellerbolzen mit Abstandshaltern, Kronenmutter und Sicherungssplint
- Propellerhalter
- Faserverbundabdeckungen
- FCU Instrument
- FCC (FES Elektronikplatine)
- Hauptverbinder
- Leistungsschalter
- Motorregler
- Motor
- 2A Sicherung innerhalb der FCC Box
- Akkupacks (GEN1 oder GEN2)
- Interne BMS Elektronikplatine
- Externe BMS Box

9.3 Löten

Falls das Löten von Kabeln notwendig ist, sollte dafür eine entsprechende Ausrüstung verwendet werden. Im Internet gibt es viele Informationen zum ordnungsgemäßen Löten. Hier sind ein paar grundlegende Tipps:

- Verwenden Sie einen guten LötKolben oder eine Lötstation.
(http://en.wikipedia.org/wiki/Soldering_iron)
- Die Lötspitze muss sauber gehalten werden. Eine saubere Lötspitze bringt eine bessere Wärmeleitfähigkeit und eine bessere Verbindung.
- Verwenden Sie einen feuchten Schwamm um die Spitze zwischen den Lötvorgängen zu reinigen.
- Die Spitze sollte gut verzinkt gehalten werden.
- Es muss sichergestellt werden, dass keine kalten Lötstellen vorhanden sind.

9.4 Notwendige Materialien für kleinere Reparaturen

Reperatur von kleineren Beschädigungen an den Propellerblättern:

- Verwenden Sie einen weißen Polyester Füller (oder Epoxid Harz) für kleinere Reparaturen an den Propellerblättern.
- Überschüssiger Füller muss mit feinem Schmirgelpapier weggeschliffen werden (am Anfang Körnung 360, später 600 und 800 und zum Schluss 1000).

10. Bearbeitungsverlauf

Oktober 2013	Erste Veröffentlichung des Wartungshandbuch v1.0
November 2013	Update, v1.1
Juni 2015	Update, v1.11
September 2016	Update, v1.12
December 2019	Update, v1.16