

LARUS

Benutzer-/Referenz-Handbuch¹

1 Überblick / Lieferumfang²

Hier abgebildet ist die Front des Anzeige- und Steuergeräts für das LARUS-Vario-System mit seinen Eingabe- und Steuermöglichkeiten.



Vario_1 Seite

1 Zur Nomenklatur : Handbuch Version h.m.n.x korrespondiert mit Software-Version h.m.n und ist die x.te Text-Iteration passend zu dieser Software-Version. Die aktuelle SW-Version der FrontEnd-SW wird dargestellt im Menue [<Basic_Setup>](#) in einer der letzten Zeilen.

2 Der Autor bemüht sich, dieses Handbuch immer vollständig und aktuell passend zur neusten SW-Version zu halten. Das gelingt ihm erwiesenermaßen nicht immer. Die verehrte Leserschaft wird gebeten, alle Unstimmigkeiten, Überflüssigkeiten, Auslassungen, Fehler dem Autor mitzuteilen, damit der dann die Moniten ausmerzen kann.

Oben sichtbar ist diese Seite in der Weiß-auf-Schwarz-Darstellung („Dark Theme“). Die folgende Seite zeigt die Seite in Schwarz-auf-Weiß-Darstellung („Light Theme“). Die Umschaltung zwischen den beiden Darstellungsmodi erfolgt auf Menue-Seite <[Basic Setup](#)>.

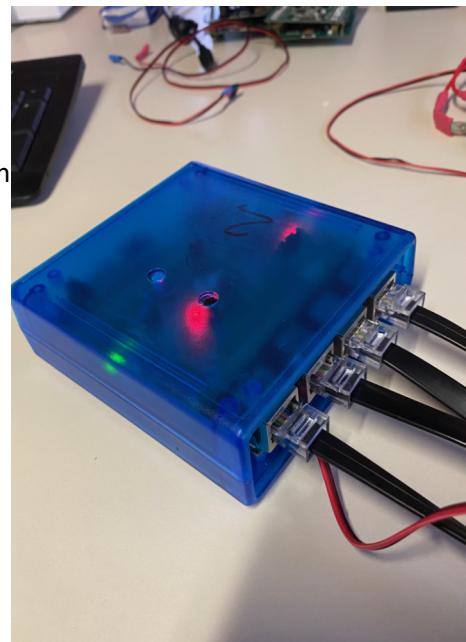


Zum Gesamt-System gehören darüber hinaus noch die folgenden Funktionseinheiten :

- die Haupt-Sensor-Einheit (misst oder errechnet Druck, Höhe, Fahrt, Lage im Raum, Position, Kurs, Wind, Beschleunigungen), unterscheidet automatisch die Modi „Geradeausflug“ und „Kreisen“.



- die Audio-Einheit (erzeugt die Ton-Signale, bedient den optionalen Sensor für die Wölbklappenstellung, treibt die optionale LED-Anzeige für die Soll-Ist-Wölbklappenstellung, liest die optionalen Mikro-Schalter für Fahrwerk, Bremsklappen und Wölbklappen aus, bedient (vorläufig) den Sensor für Außentemperatur und Luftfeuchte und Umgebungslautstärke), überwacht (optional) Fahrwerk und Bremsklappen
- die abgesetzte Sensor-Einheit für Außentemperatur und Luftfeuchte (eingebaut im Luftstrom der Lüftung) (nicht abgebildet)
- den notwendigerweise an anderer Stelle untergebrachten Lautsprecher (Vermeidung magnetischer Störungen am Haupt-Sensor) (nicht abgebildet)
- einem optionalen Drei-Wege-Schalter (vorzugsweise im Knüppel eingebaut) zur Über-Steuerung des automatischen Steigen-Gleiten-Modus (nicht abgebildet)



Notabene:

Der Soft-Ein-Aus-Schalter des AD57 funktioniert nicht. Diese Taste wirkt einfach nur als - Taste. Das Vario muss über einen externen Schalter in der Stromzuführung ein- und ausgeschaltet werden.

2 Projektstart und Projektziele

Am Anfang des Projektes stand die Abkündigung des Air Glide (Butterfly) Varios durch Air Avionics.

Einer der **LARUS**-Entwickler, Horst Rupp, der schon jahrelang und begeistert mit einem der ersten Butterfly Varios flog, sah in diesem Gerät noch sehr viel Entwicklungspotential und war tief enttäuscht von dieser Abkündigung.

Er fand geistesverwandte Mitstreiter, Dr. Klaus Schäfer und Max Betz, die ebenfalls daran interessiert waren und sind, auf Basis modernster Sensorotechnologie ein neues Variometersystem zu bauen. Im Laufe der Zeit sind noch einige andere Personen zu dem Entwicklungsteam dazugestoßen (siehe Kap. 20).

Das Projektziel wurde nach kurzer Zeit erweitert. Neben das Ziel

- Ersatz für das Air Glide Vario von Air Avionics (Sensor mit Anzeige-Gerät)

trat noch das Ziel

- Bau eines Sensors als Vorbrenner für XCSaar

Dieses letzte Ziel wurde dann noch einmal erweitert auf

- Bau eines Sensors für quell-offene Vario-Systeme (hier OpenVario)

Diesen Zielen entsprechend ist klar, dass es mehr als eine Produktausprägung des **LARUS** geben muss:

1. den Sensor allein - für die Anbindung an XCSaar auf einem SmartPhone o.ä.
2. den Sensor in Kombination mit OpenVario
3. den Sensor in Kombination mit dem in diesem Handbuch beschriebenen Vario-Anzeige-Gerät und einem dedizierten Audio-Teil, ---- was den Anschluss eines SmartPhones mit XCSaar oder die Kombination mit OpenVario NICHT ausschließt.

Für den Sensor wurde eine neue Rechner-Platine entworfen mit up-to-date Sensorik für Druckmessungen, GPS- und MEM-Sensoren. Die Ergebnisse sind eine virtuelle Trägheitsplattform (AHRS) und hochgenaue Messwerte.

Durch Zusammenarbeit mit Air Avionics konnte auf ein HW-Modul von Air Avionics als Anzeige-Gerät zurückgegriffen werden, das AD57. Dieses Gerät wurde seiner originären Firmware entkleidet und mit eigener Firmware versehen.

Das AD57 verfügt leider nicht über einen leistungsstarken Audio-Verstärker. Deshalb wurde es notwendig, eine separate Audio-Komponente zu entwickeln.

Das **LARUS** in Produktausprägung 3 kann so konfiguriert werden, dass es eine Soll-Ist-Wölbklappen-Überwachung bietet. Für Flugzeuge ohne Wölbklappen wird diese Funktion ausgeblendet.

Außerdem steht optional eine externe Anzeige für die Wölbklappen-Informationen zur Verfügung : Eine Leiste mit Doppel-LEDs (rot / grün = Soll / Ist- Anzeige), die auf einfache Weise ins Instrumentenbrett eingebaut wird.

Das folgende Handbuch bezieht sich ausschließlich auf die Produktausprägung 3.

Es ist erklärtes Projektziel, die Ergebnisse dieses Projektes der Public Domain zur Verfügung zu stellen. Allerdings erschöpft sich die Erfüllung dieses Ziels nicht darin, den Code auf GitHub zu publizieren. Dazu gehören auch eine profunde Dokumentation, ein rigides Versionsmanagement und eine (re-)aktive Nutzergemeinde.

Außerdem ist zur Zeit noch unklar, wie mit der notwendigen Hardware im Sinne „Public Domain“ umgegangen werden soll/kann.

- Teilezukauf bei Air Avionics
- Bau und Distribution der proprietär im Projekt entwickelten Platinen
- Sicherstellung der Verfügbarkeit aller notwendigen Teile

3 Zur Einführung

Dieses Vario-System mit Anzeige-Gerät besitzt einen

- **Expertenmodus**, der den vollen Funktions- und Konfigurationsumfang des Systems zur Verfügung stellt

und einen

- **Normalmodus**, in dem nur die notwendigen und gängigen Parametereinstellungen zugänglich sind.

Nicht jeder Nutzer des Vario-Systems wird sich mit den umfangreichen Konfigurationsmöglichkeiten auseinandersetzen sondern einfach nur damit fliegen wollen. Speziell für diese Benutzer – und das wird wahrscheinlich die Mehrzahl aller Nutzer sein – ist das „Schwester-Handbuch“, das

Handbuch für den Schnelleinstieg

*geschrieben. Dieses **Handbuch für den Schnelleinstieg** bezieht sich (fast) ausschließlich auf den Normalmodus.*

Um zwischen den beiden Modi (Expertenmodus und Normalmodus) hin- und herzuschalten, muss lediglich auf der Basic-Setup-Seite der Schalter <NormalMode>³ gesetzt werden (0 = ExpertMode, 1 = NormalMode)

Die hier vorliegende **Benutzer-/Referenz-Handbuch** bezieht sich ausschließlich auf den **Expertenmodus**.

3 Worte, die <so> formatiert sind, bezeichnen Programme, Menues, Tasten oder Parameter, die auf der Benutzeroberfläche des FrontEnds sichtbar werden. Wenn sie eine Volltextsuche des Textes zwischen den eckigen Klammern auf diesem Dokument ausführen, sollten sie Erklärungen und Kontext dieser Begriffe finden.

4 Nach dem Einschalten

... erscheint die Vario-1-Seite (siehe Beginn des Handbuchs).

Danach können andere Seiten / Programme / Menues gewählt werden.

Zur Zeit existieren im Expertenmodus folgende Seiten / Programme / Menues :

Interne Bezeichnung	ID	Klasse	Kurzbeschreibung
BootLoader	-7	Graphik	Sprung zum Kaltstart des BootLoaders
LogBook	-6	Graphik	Bordbuch (die Tage und Zeiten der letzten 16 Starts und Landungen)
G_Meter	-5	Graphik	G-Meter
Turn_Rate_Indicator	-4	Graphik	Wendezeiger
Horizon	-3	Graphik	Horizont
Vario-2	-2	Graphik	Variometeranzeige mit numerischer Anzeige von sechs selektierbaren Werten und kleinen Windpfeilen
Vario-1	-1	Graphik	Variometeranzeige mit großen Windpfeilen (wird nach dem Einschalten immer sichtbar)
Basic_Setup	0	Menue	Die Grundeinstellungen, hier schnell erreichbar, fast alle davon verstreut in anderen Menues im engeren Sachzusammenhang noch einmal vorhanden
Plane_Status	1	Menue	Detaillierte Daten über den aktuellen Zustand des Flugzeugs
List_Plane_Types	2	Menue	Auswahlliste der auf der eingelegten µSD-Karte gespeicherten Flugzeugtypen
Flaps_Control	3	Menue	Einstellungen und Anzeige der Daten zu den Wölbklappen (nicht erreichbar bei Flugzeugen ohne Wölbklappen)
Extended_Setup	4	Menue	Erweiterte Grundeinstellungen
Vario_Page_SetUp	5	Menue	Einstellungen für die Variometer-Anzeigeseite
HTI_Page_SetUp	6	Menue	Einstellungen für die Anzeigeseiten Horizont und Wendezeiger
Damping_Setup	7	Menue	Einstellung für verschiedene Signaldämpfungen
Plane_and_Pilot	8	Menue	Einstellungen zu Flugzeug und Pilot
Flight_Data	9	Menue	Anzeige der aktuellen Daten (Flugzustand)
Atmospheric_Data	10	Menue	Anzeige der aktuellen Daten (Atmosphäre)
GPS_Compass_Data	11	Menue	Anzeige der aktuellen Daten aus dem GPS und aus dem Kompass
Wind_Data	12	Menue	Informationen über den aktuellen und den gemittelten Wind
Audio_Setup	13	Menue	Einstellungen für den Tongeber zur Vario- und Sollfahrtanzeige, zur Ausgabe von Signaltönen
VFields_Vario	14	Menue	Auswahlseite für die Felder in der Varioseite im Vario-Modus
VFields_SC	15	Menue	Auswahlseite für die Felder in der Varioseite im Sollfahrt-Modus
PolarCurve_Check_1	16	Menue	Seite zum dynamischen Überprüfen der Polarenwerte (Einstellungen)
PolarCurve_Check_2	17	Menue	Seite zum dynamischen Überprüfen der Polarenwerte (Ergebnisse)
Configuration_MgMnt	18	Menue	Einstellungen zur Steuerung der Konfigurationssicherung und -Rückladung
Sensor_SetUp	19	Menue	Einstellungen von Sensor-Parametern (Winkel und Zeitkonstanten)
Expert_SetUp	20	Menue	Spezielle Einstellungen, von denen der unbedarfe Nutzer besser die Finger lässt
Experimental	21	Menue	Spezielle Einstellungen, von denen der unbedarfe Nutzer noch besser die Finger lässt

Die Organisation und die Inhalte dieser Programme/Menue-Seiten sind zur Zeit noch recht volatil. Es ist davon auszugehen, dass sich durch Erfahrungen aus der Gebrauchsroutine Anpassungen ergeben werden und sich zuletzt ein stabiles Muster einstellen wird.

5 Bedienelemente und Bedienung

Das Gerät bietet folgende Eingabe- und Bedienmöglichkeiten (vergleiche Seite 1):

- rechts zwei konzentrische Drehknöpfe/Encoder kombiniert mit einen Push Button mit den Benennungen :
 - Großer (hinterer) Knopf
 - Kleiner (vorderer) Kopf
 - Button 1 == <SEL>
- links vier Push Buttons mit den Benennungen (von OBEN nach UNTEN)
 - Button 5
 - Button 4
 - Button 3
 - Button 2 I/O == <ESC>

Bedienung des Vario bedeutet :

- Wahl eines Programmes / einer Menue-Seite
- Veränderung von Werten in den Menue-Seiten und den gewünschten damit einher gehenden Veränderungen des Systemverhaltens

Manche Inputs haben je nach aktuellem Programm und Selektionsstatus⁴ unterschiedliche Wirkungen.

Input	Programm	Selektionsstatus	Funktion
Kleiner Kopf gleichzeitig <SEL> gedrückt	Vario_1 Vario_2	-	MacCready Einstellung (PopUp Fenster)
Großer Knopf	Alle Graphik-Programme	-	Programmwahl
Kleiner Knopf	Alle Graphik-Programme	--	Lautstärke des Audios, immer wirksam für einen der beiden Werte <Vario_Volume> oder <SC_Volume>, je nach aktivem Modus (PopUp Fenster)
Kleiner Knopf	Menue-Programme	non-selected	Verschieben des Cursors
<SEL>	Menue-Programme	non-selected	--> selected Nur ein Feld im Zustand <selected> kann ein Wert geändert werden
Kleiner Knopf	Menue-Programme	selected	inCREASE / decrease des selektierten Wertes (kleine Schritte)
Großer Knopf	Menue-Programme	selected	increase / decrease des selektierten Wertes (große Schritte)
<SEL> drücken	Menue-Programme	selected	--> unselected veränderter Wert des Feldes bleibt erhalten
<ESC> drücken	Menue-Programme	selected	--> unselected veränderter Wert des Feldes wird verworfen

4 Selektionsstatus : Der Begriff „**selected**“/„**non-selected**“ wird zwei Seiten weiter unten im Detail erklärt.

Zur Erklärung : **PopUp Fenster**



"Die Musik spielt" während des Fluges auf den Graphik-Seiten. Dazu folgen detaillierte Erklärungen weiter unten. **In den Graphik-Programmen gibt es noch einiger Sonderfunktionen, die sich auch auf die Tasten links vom LCD abstützen.**

Aber zuerst ...

... muss in den Menues die Interaktion des Benutzers* mit dem System (Konfiguration, Dateninspektion) erfolgen.

Beispielhaft hier die Seite „Basic_Setup“ :



* Das generische Masculinum wird von mir bis auf Weiteres (wahrscheinlich bis zu meinem Ableben) weiter verwendet. Ich erkläre hiermit feierlich, dass alle Benutzer*Innen und Pilot*Innen aller Geschlechter gleichermaßen gemeint sind und ich durch meine Wahl des generischen Masculinums keinerlei Diskriminierung ausdrücken möchte.

Hier erscheinen Felder,

- die nur der Ausgabe von Information dienen und vom Benutzer* nicht direkt geändert werden können [sie haben einen weißen Hintergrund]
- die vom Benutzer* geändert werden können, um die Funktionweise des Varios zu beeinflussen [sie haben einen hellblauen Hintergrund].

Beim Start einer neuen Menue-Seite steht der Cursor immer oben auf der ersten Zeile. Das Feld, auf dem der Cursor steht, ist dann gelb.

Der Cursor (der gelbe Hintergrund) kann dann durch Drehen des kleinen Knopfes verschoben werden. Der Cursor wandert über veränderbare und nicht veränderbare Felder gleichermaßen.

Manche Menue-Seiten haben mehr Felder als auf den Schirm / eine Seite passen. Wenn der Cursor dann über den unteren Rand dieser Menue-Seite hinaus verschoben zu werden droht, rollen die Felder nach oben. Das neue Feld mit dem Cursor erscheint ganz unten. Analog geschieht dies am oberen Rand bei der Aufwärtsbewegung des Cursors.

Nur Felder unter dem Cursor können vom Benutzer* geändert werden.

Mit dem **<SEL>** Button wird das Feld unter dem Cursor "selected" (== geöffnet). Das funktioniert nur bei änderbaren Feldern. Die Hintergrundfarbe wird dabei grün. Dann kann mit den Drehknöpfen der Wert in fest vorgegebenen Grenzen verändert werden. Der kleine Drehknopf ändert dabei den Wert in kleinen Schritten, der große Knopf in großen Schritten. Die Schrittweiten sind Eigenschaften dieses gerade "geöffneten" Feldes.

Durch erneuten Druck auf **<SEL>** wird das Feld wieder "unselected" (== "geschlossen") und der aktuell eingestellte Wert wird permanent. Dabei ändert es seine Farbe wieder zu gelb.

Durch Druck auf **<ESC>** wird das Feld ebenfalls wieder "unselected" (== "geschlossen"), aber die vorher durchgeföhrte Veränderung wird "vergessen". Der alte Zustand wird wieder hergestellt. Dabei ändert das Feld seine Hintergrundfarbe ebenfalls wieder zu gelb.

Es gibt Felder, deren Änderbarkeit (auch die dargestellte Hintergrundfarbe) abhängt von der Situation (onGround – AirBorne) ab. Im Detail : **QNH und HomePort_Elevation sind nur in der Luft / im Flug änderbar.**

Am unteren Ende der Menues ist noch ein größeres gelbes Feld sichtbar. In diesem Feld erscheint ein erklärender Text zu dem Feld, auf dem der Cursor gerade steht.

6 Die Graphik-Seiten Vario-1 und Vario-2

Die beiden Graphik-Seiten „Vario-1“ und „Vario-2“ nutzen eine Reihe gleicher Darstellungselemente.



Wichtig und generell :

Am unteren Rand des Displays wandert (auf allen Seiten und in allen Programmen) ein roter Punkt von links nach rechts.

Wenn sich dieser Punkt gleichmäßig ohne merkliches Ruckeln bewegt, läuft das System korrekt.

Ein erkennbares kurzes Ruckeln darf nur in einigen wenigen Situationen entstehen, bei rechenintensiven Operationen wie z.B. beim Neu-Rechnen der Polare oder bei der Umstellung der Skala auf einen neuen Maximalwert. Diese Operationen kommen sehr selten vor und stören nicht.

Wenn dieser Punkt in seiner Bewegung hakt oder ganz stehen bleibt, dann bitte ich den Benutzer* die Umstände möglichst detailliert zu notieren, damit eine Möglichkeit besteht, den Fehler zu reproduzieren.

6.1 Die Zeiger auf der Vario-Skala :

Die (meisten, nicht alle) Zeiger auf der Vario-Skala sind einzeln (de-)selektierbar (im VarioPage-Setup).

Zeigerelement	Anzeigefunktion	Details
Weiβes/Schwarzes Dreieck am inneren Rand	Vario : Steigen/Sinken	Zeiger ist immer sichtbar siehe auch Kap 8 Audio
Weiβer/Schwarzer Balken über die Skalenbreite	Sollfahrt-Fehler-Zeiger : Zeiger unter 0 → Schneller fliegen Zeiger über 0 → Langsamer fliegen <i>1 m/s auf der Skala entspricht einem Sollfahrtfehler von 10 km/h</i>	Zeiger ist nur im Modus „cruise“ sichtbar siehe auch Kap 8 Audio
Rotes Dreieck am äußenen Rand	MacCready Einstellung	Zeiger ist immer sichtbar
Gelbes Dreieck am inneren Rand	mittleres Steigen/Sinken : gemittelt aus dem Sensor	Zeiger selektierbar im Vario-Setup <code><Var_Show_CircleAvrage></code>
Rotes Dreieck am inneren Rand	mittleres Steigen/Sinken : gerechnet aus dem Höhengewinn oder -verlust, seit dem letzten Wechsel des ClimbMode	Zeiger selektierbar im Vario-Setup <code><Var_Show_ClimbAvrage></code>
Großer dunkelblauer Ball am äußenen Rand	Aktuelles Luftmassen-Steigen/-Sinken	Zeiger selektierbar im Vario-Setup <code><Var_Show_AMM></code>
Kleiner magenta-farbener Ball am äußenen Rand	mittleres Luftmassen-Steigen/-Sinken als gleitendes Mittel gerechnet im AD57	Zeiger selektierbar im Vario-Setup <code><Var_Show_AMMAvrage></code> Zeitkonstante ebenfalls einstellbar <code><AMM_Tau></code>

Der **MacCready-Wert** kann jederzeit mit dem kleinen Knopf bei gleichzeitig gedrückter Taste `<SEL>` in Schritten von 0.1 m/s eingestellt werden. Zur Kontrolle erscheint für einige Sekunden ein PopUp-Fenster.

Der **Wertebereich umfasst 0 – 5 m/s**.

Die Skalierung im Vario ist beim Start auf **5 m/s linearen Vollausschlag** eingestellt. Im Flug regelt ein Algorithmus auf Basis des mittleren Steigens den Skalenbereich nach (hin zu einem größeren Vollausschlag und zurück). Die Skala wird dabei logarithmisch geteilt.

Um das Bild dann lesbarer zu machen und optisch zu beruhigen, ist der Umschaltalgorithmus mit einer Hysterese versehen und die **logarithmisch-geteilte Skala** wird so justiert, dass die Winkelposition für 1 m/s unverändert bleibt.

Es stehen zwei Vario-Mittelwerte zur Verfügung :

- der Mittelwert aus dem Sensor⁵, der beim Kurbeln das mittlere Steigen des jeweils letzten Kreises abbildet, bei Geradeausfliegen das mittlere Steigen der letzten 30 Sekunden
- der „wahre“ Mittelwert, der dadurch ermittelt wird, dass der Höhengewinn oder -verlust seit der letzten Umschaltung Gleiten-Steigen oder Steigen-Gleiten geteilt wird durch die Zeit seit diesem Umschaltzeitpunkt

Die **Lautstärke des Audios** lässt sich – außer in den Menues – jederzeit mit dem kleinen Knopf verändern. Das Gerät speichert für jeden Zustand (Geradeausflug / Kurbeln) die Lautstärke separat. Es wird immer der Wert des aktuellen Zustands verändert. Zur Kontrolle erscheint für einige Sekunden ein PopUp-Fenster.

Programm-/Menue-Wechsel erfolgen mit dem großen hinteren Encoder-Knopf.

5 Im Steigen mittelt der Sensor gleitend das Steigen über den letzten Kreis. Wenn der Sensor autonom aus dem Modus „Gleiten“ in den Modus „Steigen“ gegangen ist, kann demnach dieser Wert vor Beenden des ersten Kreises nur näherungsweise korrekt sein. Im Geradeausflug mittelt der Sensor gleitend das mittlere Steigen/Fallen über die letzten 30 Sekunden. Siehe auch Kap 4.3.6.

Wenn der Benutzer* den automatischen „Steigen/Gleiten“-Modus manuell übersteuert, weiß der Sensor das nicht. Die vom Sensor gelieferten Werte sind dann aus der Sicht des Piloten* für ca. 30 Sekunden nur näherungsweise korrekt.

6.2 Der Bereich außerhalb des Skalenkreises

In der oberen linken Ecke ist die **aktuelle Versorgungsspannung** in einem gelben Feld dargestellt „12.2V“.

Unter der Anzeige der Spannungsversorgung wird als Piktogramm der derzeitige **ClimbMode** angezeigt :



- für einen steigenden Gleitpfad im Geradeausflug
- für einen ebenen Gleitpfad im Geradeausflug
- für einen fallenden Gleitpfad im Geradeausflug
- und
- für Steigen im Kreisflug

Wenn im Geradeausflug das **Sollfahrt-Kommando** den Piloten* veranlassen würde, eine Geschwindigkeit langsamer als die Geschwindigkeit des besten Gleitens anzustreben, dann wird das Sollfahrt-Audio-Signal für „Langsamer fliegen“ (huit-huit) ersetzt durch das Vario-Signal für Steigen (piep-piep). Dies wird gleichzeitig optisch kenntlich gemacht durch das rote Dreieck anstelle eines der o.g. Pfeile:



Details dazu auch in Kap. 8 AUDIO⁶.

Dieses Feature ist nicht jedermann's Sache und kann mit dem Parameter `<Allow_AudioClimbCruise>` beeinflusst werden.

Unter diesen Symbolen kann ein kleines **Sternchen** [*] erscheinen. Dieses Sternchen signalisiert, wenn es weiß ist, dass die Außentemperatur unter Null liegt, wenn es rot ist, dass die Temperaturmessung fehlerhaft ist. Im Normalfall ist bei positiven Temperaturen dieses Sternchen nicht sichtbar.

Wenn das Flugzeug mit Wölbklappen ausgerüstet ist und der Schalter `<FlapsControlActive>` eingeschaltet ist, erscheint in der linken unteren Ecke ein Feld, das die **optimale Wölbklappenstellung** „+14“ dargestellt.

Dieses Feld ist grün, wenn die tatsächliche Wölbklappenstellung und die optimale (Soll-)Wölbklappenstellung übereinstimmen, andernfalls ist das Feld rot unterlegt „+14“

Darunter erscheint grün-hinterlegtes Feld mit der wahren Fluggeschwindigkeit (**TAS**).

In der rechten unteren Ecke kann ein rotes Feld erscheinen, das darüber informiert, dass das Gerät **KEINE µSD-Karte** erkannt hat „noSD“. Dieses Feld überdeckt die Skala ein wenig.

6 Die Erfahrung zeigt, dass diese Situation vor allem dann auftritt

- wenn unter einem großen CU die Stelle des besten Steigens gesucht wird
- wenn unter Wolkenstraßen geflogen wird
- wenn marginal geradeaus geflogen werden kann (Delphin)
- wenn am Hang oder in der Welle geflogen wird

Die Idee ist, den Piloten nicht dazu zu verleiten langsamer zu fliegen als die Geschwindigkeit, die er braucht, um bequem, sicher und zügig einkreisen zu können.

6.3 Der Bereich innerhalb des Skalenkreises

Die Darstellungen auf den beiden Vario-Seiten sind hier unterschiedlich.

6.3.1 Wind-Anzeigen

Es gibt zwei Windanzeigen⁷, die sich in der Größe und in der Notation des Windes unterscheiden.

Auf der **Seite Vario-2** drehen sich die kleinen Dreiecke und

- zeigen **die Windrichtung immer relativ zur Flugzeuglängsachse** an, auch im Kurbeln.

Auf der **Seite Vario-1** drehen sich die großen Dreiecke und

- zeigen im Kurbeln **die Windrichtung immer relativ zu Nord** an.
- zeigen im Gleiten **die Windrichtung immer relativ zur Flugzeuglängsachse** an.

Das obere Dreieck (gelb im Gleiten / cyan im Kreisen) bzw das innere Dreieck im Vordergrund zeigt immer den aktuellen Wind an.

Das untere Dreieck (braun im Gleiten / rot im Kurbeln) bzw. das größere Dreieck im Hintergrund zeigt den im letzten oder aktuellen Geradeausflug ermittelten Wind an.

Auf der Vario-1-Seite erscheint die Notation der Windwerte zentral über den Windpfeilen in farbigen Kästchen in der Form „Wind aus x ° mit z km/h“. Die Kästchen folgen in ihrer Farbgebung den zugehörigen Pfeilen.

Auf der Vario-2-Seite ist lediglich die Windstärke in km/h oberhalb bzw. unterhalb der Pfeile dargestellt.

Der Pfeil und die numerische Anzeige des aktuellen Windes können im Kurbeln unterdrückt werden,



6.3.2 Heading

Das aktuelle **Heading** wird auf der Vario-1-Seite über den numerischen Windanzeigen dargestellt, auf der Vario-2-Seite oberhalb der Kästchen der numerischen Felder.

6.3.3 Flugzustand

Auf der Vario-2-Seite ist rechts neben der Heading Anzeige ein Buchstabe zu sehen, der den Flug-Zustand anzeigt :

G	Flugzeug am Boden (onGround)
T	Flugzeug im Startvorgangs (TakeOff)
A	Flugzeug im freien Flug (AirBorne)

Auf der Vario-1-Seite steht der Buchstabe am rechten Rand des Innenkreises der Skala.

⁷ Sehr oft weicht der aktuelle Wind beim Kreisen innerhalb eines Bartes vom allgemeinen mittleren Wind (dem Gradientenwind) ab. Für die Endanflugrechnung wird deshalb sinnvollerweise der Gradientenwind (der Wind außerhalb des Thermikschlauchs) benutzt.

6.3.4 Der Hintergrund des Bereiches innerhalb des Skalenkreises

Die Hintergrundfarbe des inneren Vario-Bereiches ist im Normalfall **schwarz oder weiß (je nach Thema)**, kann jedoch andere Farben annehmen, wenn bedrohliche Flugzustände bestehen, wie

- **grün** Annäherung an die und Unterschreiten der Mindestfluggeschwindigkeit Vmin
- **rot** Annäherung an die und Überschreiten der absoluten Maximalgeschwindigkeit VNE oder an die Lastvielfache (Envelope)
- **magenta** Überschreiten der zugelassenen Geschwindigkeit für die aktuelle Klappenstellung
- **gelb** Bremsklappen ausgefahren bei gleichzeitig NICHT ausgefahrenem Fahrwerk

6.3.5 Die alphanumerischen Felder auf der Vario-2-Seite

Es gibt sechs alphanumerische Felder in der Mitte-Rechts des Skalenrings. Die in diesen Feldern angezeigten Information sind aus einem Katalog (siehe Kapitel 11.2) frei wählbar.

Das Wählen von Inhalten gelingt analog zum eingangs erklärten Ändern von Werten in den Menus VFields_Vario und Vfields_SC



7 Die anderen Graphik-Seiten : hier Horizont



Die eigentliche Horizontmitte erfordert sicher keine Erklärung :

- roll angle positiv bedeutet - Flugzeug dreht nach rechts - Horizont kippt nach links
- roll angle negativ bedeutet - Flugzeug dreht nach links - Horizont kippt nach rechts
- pitch angle positiv bedeutet - Nase im Himmel / Horizont unter der Flugzeugachse - gezogen
- pitch angle negativ bedeutet - Häuser groß / Horizont über der Flugzeugachse - gedrückt

Ganz oben im Bild ist eine Skala mit einem gelb unterlegten Wert in der Mitte zu sehen. Hier wird das **Heading** angezeigt. Die Skala dahinter bewegt sich entgegen der Drehrichtung.

Flughöhe bezogen auf NN als FlightLevel erscheint links oben.

Rechts oben erscheint die **Flughöhe in Metern bezogen auf QNH**.

Am linken Rand ist eine Skala sichtbar, auf der sich ein farbiger Kreis auf und ab bewegt, die **Vario-Anzeige**. Jeder Skalenstrich entspricht 1 m/s. Der Kreis ändert seine Farbe von grün über weiß nach rot, wenn die Anzeige vom Steigen über Null ins Fallen geht und umgekehrt.

Die numerische Anzeige des **Vario-Mittels** dazu erscheint in der linken unteren Ecke. Ihre Hintergrundfarbe wechselt analog.

Hier gibt es noch eine **Sonderfunktion** : Durch wiederholtes Drücken von Button 5 wird wechselweise

- das im Sensor ermittelte mittlere Steigen
- das "wahre" mittlere Steigen seit Beginn des Kreisens

angezeigt.

In der unteren Mitte erscheint die **Track-Anzeige** (nur sichtbar, wenn das Flugzeug abgehoben hat) und rechts unten in der Ecke ist die Fluggeschwindigkeit TAS (!!) in km/h sichtbar.

Oberhalb der Track-Anzeige die notorische **Libelle**.

Links von der Track-Anzeige kann ein kleines **Sternchen** erscheinen. Dieses Sternchen signalisiert, wenn es weiß ist, dass die Außentemperatur unter Null liegt, wenn es **rot** ist, dass die Temperaturmessung fehlerhaft ist. Im Normalfall ist bei positiven Temperaturen dieses Sternchen nicht sichtbar.

Sonderfunktion Farbwahl :

Mit den Tasten Button 3 und Button 4 können jederzeit verschiedene Farbkombinationen für Himmel und Erde im Horizont gewählt werden. Die Wahl wird in den Config-Daten gespeichert. Diese Einstellung kann auch in einem Menue vorgenommen werden.

8 Die Graphik-Seiten : hier TurnRateIndicator (Wendezeiger)



Zentral in der Seitenmitte steht die **Wendezeiger-Nadel** : In Ruhe senkrecht. Sie zeigt auf einer Skala die Drehrate an.

Die **Skalenbeschriftung** kann in einer *Sonderfunktion* gewählt werden durch wiederholtes Drücken der **<ESC>**-Taste :

- In der ersten Einstellung wird die Drehrate direkt in Einheiten von Grad pro Sekunde dargestellt.
- In der alternativen Einstellung trägt die Skala die Notation der Kreisdauer (nach außen mit höheren Drehraten kleiner werdend).

Alle anderen Anzeigen entsprechen den Anzeigen der Horizont-Seite.

9 Die Graphik-Seiten : hier G-Meter



Zeigerelement	Anzeigefunktion	Details
Weißes/Schwarzes Dreieck am inneren Rand	pos/neg G Anzeige <i>Skala ist um 1 g nach links verdreht !!</i>	Zeiger ist immer sichtbar
Blaue Dreiecke	Erreichte Max-Werte positiver und negativer G-Belastungen	Zeiger und Zahlenwerte sind immer sichtbar
rote Dreiecke	Maximale Lastvielfache für den aktuellen Flugzeugtyps beim aktuellen True Air Speed (Envelope dynamisch : VRA +5,3/-2,65 // VNE +4,0/-1,5)	Zeiger sind immer sichtbar

Das Feld „Turb“ zeigt einen Wert für die Turbulenz an. Das ist zZ noch ein Experiment. Mit diesem Wert soll in Zukunft die Nervosität des Sollfahrtgebers gesteuert werden.

10 Die Graphik-Seiten : hier Logbuch



Das Logbuch speichert Datum und Zeit der letzten 16 Flüge. Wenn ein weiterer Flug dazu kommt, wird der älteste überschrieben.

Es ist jeweils der Flug x / 16 sichtbar.

Durch Drehen am kleinen Knopf kann zu allen anderen Flügen (aus den 16) navigiert werden.

Im Flug ist die Landing Time blaugrau dargestellt. Erst nach der Landung wird sie weiß.

11 Konfiguration des Geräts

Wie schon erwähnt, hängen das Look-and-Feel und die Funktionen des Varios von einem Satz von Parameterwerten ab, die im Vario-Jargon "Konfiguration" genannt werden. Durch Ändern dieser Werte kann jeder Pilot* das System zu „seinem“ Vario-System personalisieren.

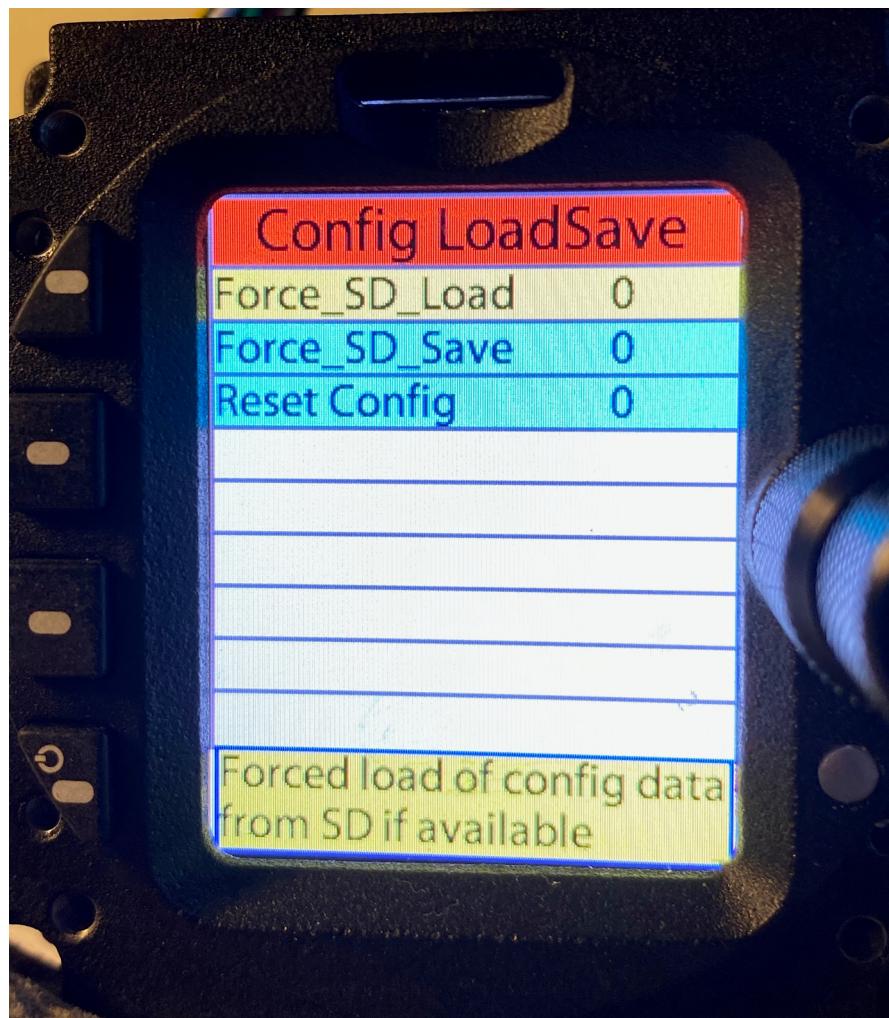
Natürlich ist es erstrebenswert, dass der Pilot* nicht bei jedem Flug seine Konfiguration wieder neu einstellen muss. Das System merkt sich die eingestellten Parameter, so dass sie beim nächsten Start des Varios automatisch wieder eingestellt sind.

Als "erster" persistenter Speicher wird ein im AD57 integriertes EEPROM verwendet. Viele der in den Menüs genannten Einstellungen (und noch einige Werte mehr) werden als persistenter "Konfigurationsdatensatz" dort abgelegt, zusammen mit der aktuellen SW-Versionsnummer.

Als "zweiter", nachgeordneter persistenter Speicher dient die µSD-Karte, dazu gleich mehr.

Beim jedem Starten des System wird zunächst und immer die Standard-Konfiguration (Master-Default) ins Vario geschrieben. Danach wird im EEPROM nach einem "gültigen" Konfigurationsdatensatz gesucht. "GÜLTIG" bedeutet, die SW-Version aus dem EEPROM muss mit der aktuellen SW-Version übereinstimmen. Wenn das System hier fündig wird, dann wird dieser Datensatz als Konfiguration benutzt. Die Default-Konfiguration wird überschrieben.

Notabene : Mit jedem Firmware-Update mit einer neuen Versionsnummer werden die Konfigurationsdaten auf den Master-Default gesetzt.



Das Prozedere für die Nutzung des µSD-Karte als Konfigurationsspeicher, um die Konfiguration über den Update hinweg zu retten :

- Das Vario-System ist gestartet worden mit gesteckter µSD-Karte. Die Anzeige **noSD** auf den Vario-Seiten ist nicht sichtbar.
- Auf der o.g. Menue-Seite **<Config LoadSave>** wird der Konfigurationsschalter **<Force_SD_Save>** auf 1 gesetzt.
- Mindestens 20 Sekunden warten. Die Konfigurationsdaten sind dann auch auf der µSD-Karte gespeichert.
- Das System ausschalten.
- ----- (eventuell Update)
- Das System wieder einschalten.
- Wie bei jedem Starten des System wird zunächst die Standard-Konfiguration (Master-Default) ins Vario geschrieben. Danach wird im EEPROM nach einem "gültigen" Konfigurationsdatensatz gesucht, aber es wird kein gültiger Konfigurationsdatensatz gefunden. Der aktuelle Datensatz im EEPROM wird mit einer anderen Versionsnummer ausgestattet sein als der Update - :) sonst wäre ja kein Update notwendig gewesen.
- Auf der o.g. Menue-Seite **<Config LoadSave>** wird der Konfigurationsschalter **<Force_SD_Load>** auf 1 gesetzt.
- 20 Sekunden warten. Die neuen Konfigurationsdaten sind jetzt auch EEPROM gespeichert.
- Das System ausschalten.
- ----- (KEIN Update)
- Das System wieder einschalten.
- Wenn jetzt der Schalter **<Force_SD_Load>** mit Wert 1 gefunden wird – wie hier provoziert – , dann werden auch auf der µSD-Karte Konfigurationsdaten gesucht.
- Wenn die Konfigurationsdaten auf der µSD-Karte gefunden werden und gelesen werden können, dann werden alle vorher eingestellten Konfigurationsdaten (die Master-Default und die Daten aus dem EEPROM) überschrieben.
- In jedem Fall wird dann im EEPROM der Konfigurationsschalter **<Force_SD_Load>** auf 0 zurück gesetzt.

Wenn eine µSD-Karte im Slot steckt und die Daten gelesen werden, könnten diese Konfigurationsdaten "ALT" sein, d.h. geschrieben worden sein mit einer älteren Version der Vario-FrontEnd-SW. Das kann dazu führen, dass ausgealterte, obsolete Konfigurationsparameter ignoriert werden. Der Nutzer merkt davon idR nichts. Gültige Konfigurationsparameter werden aber übernommen.

Auf diese Art und Weise ist es möglich, Konfigurationen über Systeme hinweg auszutauschen. Und es ist möglich eine bewährte Konfiguration über den SW-Update zu retten.

Während des normalen Betriebes erkennt das System autonom, wenn, wann und ob konfigurationsrelevante Parameter geändert wurden. Wenn es eine solche Veränderung sieht, wird es 15 Sekunden warten, bis es die veränderten Konfigurationsparameter in das EEPROM schreibt. Diese Wartezeit ist deshalb sinnvoll, weil erfahrungsgemäß die meisten Veränderungen nicht alleine kommen, sondern immer gleich mehrere Parameter geändert werden. Damit werden Speichervorgänge im EEPROM⁸ gespart. Jede Änderung eines konfigurationsrelevanten Parameters startet die Wartezeit neu.

Was heißt „konfigurationsrelevant“ ?

⁸ Das EEPROM verträgt eine begrenzte Anzahl von Speichervorgängen. Diese Zahl ist zwar sehr hoch und sollte in einer Systemlebenszeit von 30 Jahren nie erreicht werden, aber

„Konfigurationsrelevant“ sind alle einstellbaren und alle gemessenen Werte, die notwendig sind, um nach einer Betriebsunterbrechung (Strom aus ein und Neustart) einen sauberen System-Neustart im alten Look&Feel zu gewährleisten.

Einfache Beispiele sind : Die MacCready-Einstellung, die Ballasteinstellung, die Mücken, der Flugzeugtyp.

Das System regelt das voll-automatisch, deshalb wird der Benutzer* von den komplexeren Details verschont :-).

Mit dem Schalter „Reset_Config“ werden die Konfigurationsdaten auf Master-Default zurückgesetzt⁹.

Das sollte mit Vorsicht erfolgen, weil danach alle Personalisierungen wiederholt werden müssen, auch die Flugzeugauswahl. Aber diese Funktion ist ein probates Mittel, um eine völlig verkorkste Konfiguration wieder auf einen definierten Anfang zu stellen.

Kapitel 13.1 enthält eine vollständige Liste der einstellbaren Parameter. Die konfigurationsrelevanten Parameter sind mit „CR“ markiert.

Ratschläge für neue Benutzer* :

Gehen sie beim Konfigurieren langsam vor. Das Gerät wird mit einem Master-Default-Konfigurationsdatensatz geliefert, der bei Neuinbetriebnahme zunächst nur die Auswahl des eigenen Flugzeugtyps als Konfigurationsmaßnahme erfordert¹⁰.

Wenn sie darüber hinaus weitere Parameter konfigurieren, dann machen sie das sinnvollerweise einzeln : Ändern sie einen Parameter und überzeugen sie sich von der Wirksamkeit der Änderung, bevor sie den nächsten Parameter verändern.

Erfahrungsgemäß wird jede personalisierte Konfiguration nach einiger Erfahrung mit dem Vario stabil und erfährt nur noch Änderungen an Parametern wie MacCready, Ballast, Pilotengewicht, Mücken.

⁹ Wenn dieser Parameter auf „ein == 1“ gesetzt wird, nimmt das System dies zwar wahr, setzt den Wert aber sofort wieder zurück auf „aus == 0“, so schnell, dass der Betrachter es nicht immer wahrnehmen kann.

¹⁰ Eigentlich ist selbst das bei der Neu-Inbetriebnahme nicht notwendig, wenn sich der Benutzer darauf einlässt, zunächst nicht ganz angepasste Sollfahrtkommandos zu sehen und zu hören.

12 Weitere Informationen

12.1 Rückschaltung aus den Menues

Um den Piloten* zu entlasten, schaltet das System bei längerer Untätigkeit in den Menues (Time2SwitchBack) aus jedem der Menues zurück in das zuletzt gewählte Graphik-Programm (Horizont oder Wind oder Vario oder Wendezeiger). Die Zeit <Time2SwitchBack> ist konfigurierbar.

12.2 Performanz und Flugzeugleistung

Bekannterweise :-) beeinflusst die Polare des Flugzeugs die Sollfahrtrechnung. Das System erlaubt, dass eine Polare aus einem kleinen Katalog (auf der µSD-Karte gespeichert) ausgewählt werden kann :

- LS3a
- LS3-17
-

Diese Funktion ist sinnvoll

- für Flugzeuge, die in verschiedenen Flügelkonfigurationen geflogen werden können
- für die Erstkonfiguration nach dem Einbau dieses Variometers in ein weiteres Flugzeug.

Die jeweils aktuell gewählte Polare, die immer auf eine Referenzflächenbelastung und auf Referenzluftdichte *Rho_Null* bezogen sein muss, wird bei jedem Start des Systems auf der Basis der folgenden ergänzenden Werte umgerechnet :

- Leergewicht des aktuellen Flugzeugs
- der aktuellen Zuladung (Pilotengewicht + zusätzliche Ausrüstung)
- dem aktuellen Ballast
- dem Verschmutzungsgrad des Profils ("Muggen")
- der aktuellen Luftdichte
- der aktuellen Lufttemperatur und -feuchte

Vorsicht :

Es können nur 8 Flugzeugtypen im Menue <ListPlaneTypes> dargestellt werden. Auf der µSD-Karte gibt es diese technische Beschränkung jedoch nicht. Es könnten also mehr als 8 Flugzeugtypen-Daten (*.fzt) auf der Karte liegen.

In diesem Fall werden 8 Typen angezeigt, alle weiteren fallen ohne weitere Meldung/Warnung unter den Tisch. Dabei folgt die Reihenfolge der fzt-Dateien, die angezeigt werden, der physikalischen Reihenfolge im Speicher µSD-Karte, nicht einer lexikalischen Ordnung.

Das Management der Daten (*.fzt-Dateien) auf der µSD-Karte liegt beim Piloten*.

13 Hintergrund-Aktivitäten

13.1 Parameterüberwachung

Während des Fluges wird ständig überwacht, ob sich die Situation des Fluges und des Flugzeuges so verändert hat, dass die Polare neu gerechnet werden muss. Während des Fluges können sich die weiter oben genannten Parameter durch Ablassen des Ballastes und/oder durch das Fangen von Mücken auf dem Profil, durch Regen auf dem Profil, aber auch durch atmosphärische Veränderungen (Flughöhenänderung, Luftmassenaustausch, Frontdurchzug oder -flug) ändern.

Wenn wesentliche Veränderungen vom Vario-System erkannt/gemessen werden, erfolgt automatisch eine Polaren-Neurechnung.

Wann immer Konfigurationsparameter geändert werden, werden diese Veränderungen ins EEPROM und auf die µSD-Karte (wenn vorhanden und verlangt) geschrieben (siehe auch weiter oben).

13.2 Umschaltung Steigen-Gleiten

Der Sensor des Varios kann autonom entscheiden, in welchem der beiden Zustände das Vario betrieben werden soll :

- Steigen – Kurbeln
- Gleiten

Erfahrungsgemäß ist diese automatische Moduswahl aus dem Sensor beim Flug an einem Hang oder beim Flug in der Welle nicht optimal. Der Sensor wählt „Gleiten“, wo „Steigen“ sinnvoller ist.

Es gibt zwei Möglichkeiten, den Sensor zu übersteuern :

- Mikro-Schalter am Wölblkappengestänge, der ab einer eingestellten (sinnvollerweise, wenn die Klappen zwischen „Neutral“ und „Steigen“ stehen) Klappenstellung schließt → „Steigen“. Diese Funktion kann durch Konfiguration wirkungslos gesetzt werden ([`<UseFlapsAboveNeutral>`](#)).
- einem Ein-Aus-Ein-Schalter (Drei-Wege-Schalter) im Knüppel

Eingebaute Vorrangregelung:

Wenn der Drei-Wege-Schalter in Stellung AUS steht und der Mikroschalter im Wölblkappengestänge nicht als aktiv konfiguriert ist, dann regiert die automatische Umschaltung aus dem Sensor den Variobetrieb.

Wenn der Drei-Wege-Schalter in Stellung AUS steht und der Mikroschalter im Wölblkappengestänge als aktiv konfiguriert ist, dann regiert dieser Schalter.

Wenn der Drei-Wege-Schalter NICHT in Stellung AUS steht, dann regiert dieser Drei-Wege-Schalter.

13.3 "Startvorgang" versus "Freier Flug"

Während des Startvorgangs (Windstart, Flugzeugschlepp, Eigenstart) ergeben die im Sensor gemessenen Werte kein widerspruchsfreies oder nutzbares Bild. Es ist kaum bestreitbar, dass in diesen Situationen der Pilot* den Sollfahrtgeber und seine Funktionen nicht braucht. Ein Sollfahrt-Signal, das während des Startvorgangs auf diesen "inkonsistenten" Messwerten basiert, wird den Piloten* eher verwirren und fehlleiten, als dass es ihm nutzt, zumal der Pilot weder im Windstart noch im F-Schlepp alleiniger Herr der Fahrt ist.

Deshalb erzwingt das System am Boden vor dem Start und dann im Startvorgang die Einstellung „Steigen“. Dadurch sind nur Vario-Töne hörbar. Die Sollfahrt-Anzeige bleibt ausgeblendet.

Die Freischaltung von dieser Eigenbeschränkung erfolgt mit dem Übergang in den Zustand "freier Flug". Dieser Übergang wird dann erkannt,

- wenn am Drei-Wege-Schalter dreimal zwischen Steigen und Gleiten hin-und her geschaltet wurde,
- wenn die Fahrt über 150 km/h geht,
- das mittlere Sinken negativer wird als -1,0 m/s oder
- die Schräglage über 30 ° geht.

13.4 Wechsel der µSD-Karte

Das SW-System toleriert, dass während des Betriebs die µSD-Karte entnommen oder neu eingesteckt wird. Es startet dann neu und läuft weiter mit den zuletzt aktiven Konfigurationsdaten.

ABER:

Die Erfahrung zeigt, dass durch die Entnahme im laufenden Betrieb die µSD-Karte irreparabel beschädigt werden kann (Betonung auf „kann“). Die Karte wird nach einem solchen Vorfall weder am PC noch – nach erneutem Einsetzen – vom AD57 erkannt werden. Sie ist nur mit speziellen Mitteln wiederzubeleben.

Diese Beschädigung der µSD-Karte tritt selten und zufällig auf. Der Autor vermutet, dass zum Zeitpunkt der „unzeitigen“ Entnahme noch asynchrone Ein-/Ausgabe-Operationen auf der Karte laufen, deren gewaltsame Unterbrechung die Karte in diesem unbenutzbaren Zustand zurücklässt.

Deshalb der Ratschlag : Die µSD-Karte nur bei ausgeschaltetem AD57 und nicht im laufenden Betrieb entnehmen / wechseln.

14 Audio

An dieser Stelle gibt es Variationen in der Produktausprägung. Hier wird Bezug genommen auf das von Horst Rupp gebaute Audio-Subsystem. Es wird weitere Audio-Subsysteme geben, die nicht diesen vollen Funktionsumfang bieten.

14.1 Standardfunktion – Vario- und Sollfahrt-Signale

Wie jedes elektronische Variometer hat dieses Variometer auch ein Audio.

Es ist so gebaut, dass es den „Beinahe“-Standard übertrifft :

- Im Steigen-Modus :
 - Das Signal für „Steigen“ wird als zerhackter Ton (beep-beep) hörbar, mit steigender Tonhöhe und Hackfrequenz analog zu größerem Steigen.
 - Das Signal für „Fallen“ wird als durchgehender Ton hörbar, mit fallender Tonhöhe analog zu größerem Fallen.
- Im Sollfahrt-Modus :
 - Das Signal für „Langsamer fliegen“ wird als zerhackter Tschirp-Ton hörbar (huit - huit), mit steigender Tonhöhe und Tschirp-Frequenz analog zu größerem Sollfahrt-Fehler „Langsamer fliegen“
 - Das Signal für „Schneller fliegen“ wird als durchgehender Ton hörbar, mit fallender Tonhöhe analog zu größerem Sollfahrt-Fehler „Schneller fliegen“.
- Steigen im Sollfahrt-Modus :
 - Statt im Sollfahrt-Modus den Piloten anzuweisen langsamer zu fliegen als die Fahrt für das beste Gleiten, schaltet das Audio (nur das Audio, nicht der Rest des Gerätes) um in den Vario-Modus. Hörbar wird dann das zerhackte Vario-Steigen-Signal (beep-beep) von oben.
 - Diese Situation wird gekennzeichnet durch ein rotes Dreieck anstelle der Gleitwegpfeile links oben außerhalb der Vario-Skala unterhalb der Spannungsanzeige.

14.2 Einstellungen für den Ton im Sollfahrt-Modus

Der Sollfahrt-Ton wird oft als „nervig“ empfunden. Deshalb wurde beim Design Wert darauf gelegt, den Sollfahrt-Ton angenehm gestaltet konfigurierbar zu machen.

Für den Sollfahrt-Ton wird ein **Ausblend-Fenster** um die korrekte Sollfahrt herum definiert, dessen untere und die obere Grenze getrennt voneinander einstellbar sind – in km/h. Das Sollfahrtsignal wird damit, wenn die tatsächliche Fahrt im Intervall „Sollfahrt – untere Schwelle“ bis „Sollfahrt + obere Schwelle“ liegt, ausgeblendet.

Damit beim Überschreiten der Schwelle der plötzlich einsetzende Ton den Piloten nicht „erschlägt“, gibt es darüber hinaus noch eine **Lautstärke-Rampe**, auch in km/h ausgedrückt. Sie bewirkt, dass die Lautstärke vom Wert „Schwelle + Rampe“ proportional abgeschwächt wird, sie wird Null, wenn die Schwelle erreicht wird (analog auf beiden Seiten des Fensters).

Zur Veranschaulichung die folgende Skizze.

Die hellroten Texte bezeichnen die entsprechenden Konfigurationsparameter.

Die Fabrik-Konfiguration sieht vor :

<Volume_Ramp_Width>	15 km/h
<SC_MuteWinLL>	5 km/h
<SC_MuteWinUL>	5 km/h

Insgesamt wirkt auf die Lautstärke des Sollfahrt-Tons noch ein Verstärkungsfaktor (macht lauter), wenn das Flugzeug mehr als 100 km/h schnell fliegt. Dieser Faktor wird in „%“ angegeben. Wenn das Flugzeug 150 km/h fliegt, wird ein Verstärkungsfaktor ausgerechnet nach der Formel

$$1 + (\text{IAS} - 100) / 200 * \text{„Faktor in %“} / 100.$$

Für IAS 200 km/h und Faktor = 50 ergibt das $1 + 100/200 * 50 / 100 = 1 + \frac{1}{2} * \frac{1}{2} = 1 + \frac{1}{4}$

Für IAS 300 km/h und Faktor = 100 ergibt das $1 + 200/200 * 100 / 100 = 1 + 1 * 1 = 2$

Zur Veranschaulichung die folgende Skizze.

Die hellroten Texte bezeichnen die entsprechenden Konfigurationsparameter.

Wenn **<Volume_Ramp_Height>** auf Null gesetzt ist, erfolgt keine Verstärkung.

14.3 Einstellungen für den Ton im Vario-Modus

Analog zum Fenster des Sollfahrt-Tons gibt es auch für den Vario-Ton ein Ausblend-Fenster, dessen untere und die obere Grenze getrennt voneinander einstellbar sind – in m/s. Das Variosignal wird damit, wenn das Steigen im Intervall „Null – untere Schwelle“ bis „Null + obere Schwelle“ liegt, ausgeblendet.

Hier existiert **keine Lautstärke-Rampe** und auch **keine Verstärkung der Lautstärke** über 100 km/h wie beim Sollfahrtton.

14.4 Erweiterte Funktion – Signal-Töne

Neben den bisher beschriebenen Ton-Signalen können das FrontEnd und das Audio in vielerlei Situationen kurze Signale ausgegeben, um den Piloten auf Änderungen der Flugsituation, entweder seine selbst induzierten Änderungen oder automatisch induzierte Änderungen (zB automatische Vario-Sollfahrt-Umschaltung, Ton-Umschaltung, fehlerhafte Bedienung, automatische Skalenänderung, Gefahrenzustände) aufmerksam zu machen.

Folgende Signale werden hörbar gemacht :

Name der Tonfolge	Bedeutung
AutoChange	eine steigende Tonfolge hörbar bei Nutzer-Eingaben am System, z.B. <ul style="list-style-type: none">• Beim Umschalten auf das nächste Programm hörbar bei autonomen Veränderungen am System, z.B. <ul style="list-style-type: none">• beim automatischen Umschalten des ClimbMode auf STEIGEN• beim Umschalten von OnGround auf TakeOff, dann auf AirBorne
InvAutoChange	eine fallende Tonfolge hörbar bei Nutzer-Eingaben am System, z.B. <ul style="list-style-type: none">• Beim Zurückschalten auf das vorherige Programm hörbar bei autonomen Veränderungen am System, z.B. <ul style="list-style-type: none">• beim automatischen Umschalten des ClimbMode auf GLEITEN• beim Umschalten von AirBorne auf OnGround bei der Landung
Alarm	eine Tonfolge, die „Tatütatü“ imitiert hörbar, wenn eine Eingabe nicht erfolgreich ist <ul style="list-style-type: none">• Ende der Liste erreicht• Versuch einen unzulässigen Wert zu setzen
Transfer	Drei aufeinander folgende ansteigende kurze Tonfolgen hörbar <ul style="list-style-type: none">• wenn die Liste von fzt-Files erfolgreich geladen wurde• wenn die Skala des Varios autonom umgestellt wurde auf einen neuen Bereich
Click	ein kurzer heller Ton (Tastenclick) hörbar <ul style="list-style-type: none">• beim Bewegen des Cursors
Beep	ein weniger heller, etwas längerer Ton-Signal hörbar in den Menues <ul style="list-style-type: none">• beim Selektieren eines Wertes / einer Zeile

Die Erfahrung zeigt, dass einige Piloten* von dieser auditiven Signalfülle irritiert werden. Deshalb sind diese Zusatzsignale (fast) alle ein- und ausschaltbar (Konfiguration).

Die Eigenschaften des Audios sind auf der Menue-Seite [`<Audio_Setup>`](#) einstellbar.

- [`Total_Mute`](#) schaltet das Audio vollkommen still
- [`SC_Mute`](#) schaltet den Sollfahrtgeber still
- [`Signal_Mute`](#) schaltet die Signaltöne ab

- [`Vario_Volume`](#) Lautstärke des Vario-Tons
- [`Vario_MuteWinUL`](#) obere Schwelle der Vario-Ton-Stummschaltung um Null
- [`Vario_MuteWinLL`](#) untere Schwelle der Vario-Ton-Stummschaltung um Null

- *SC_Volume* Lautstärke des Sollfahrt-Tons
- *SC_MuteWinUL* obere Schwelle der Sollfahrt-Ton-Stummschaltung um Null
- *SC_MuteWinLL* untere Schwelle der Sollfahrt-Ton-Stummschaltung um Null
- *Signal_Volume* Lautstärke der Signaltöne

Verwandt mit der Audio-Ausgabe ist der Buzzer, ein Vibrationsgeräusch aus dem Vario, das ebenfalls bei einer Reihe von Gelegenheiten, zeitgleich mit den Signalen aus dem Audio, aber auch autonom, ertönen kann.

TODO !!

15 Wölklappen¹¹

15.1 Überblick

Für den Betrieb in Wölklappenflugzeugen kann das Vario-System (Vario und Audio zusammen) um eine Funktionalität erweitert werden : **Die Anzeige der aktuellen und der optimalen Wölklappenstellung auf einer Leiste von 8 zweifarbigem LED-Paaren unter Berücksichtigung der statischen und dynamischen G-Last.**

Für ein einwandfreies Arbeiten dieser Funktion müssen folgende Details zusammenpassen :

- Die Flugzeugparameter für das aktuell gewählte Flugzeug müssen Informationen über korrekte Wölklappenstellungen beinhalten.
- Der Schalter „FlapsControlActive“ muss eingeschaltet sein.
- Optional : Die LED-Leiste muss am Audio angeschlossen sein.

Wenn der Wölklappenbetrieb aktiv ist,

- erscheint (unabhängig vom Vorhandensein der LED-Leiste) auf der Vario-Seite unten links (wie beschrieben) ein Feld, das die in der gegebenen Situation optimale Wölklappenstellung anzeigt
 - im Kurbeln ist das Feld gelb hinterlegt
 - im Gleiten
 - wenn die tatsächliche Wölklappenstellung mit dieser optimalen Wölklappenstellung übereinstimmt, ist dieses Feld grün hinterlegt
 - wenn die beiden Einstellungen nicht gleich sind, ist das Feld rot hinterlegt
- auf der LED-Leiste (wenn angeschlossen) wird
 - für die aktuelle Wölklappenstellung eine grüne LED eingeschaltet sein
 - für die optimale Wölklappenstellung eine rote LED eingeschaltet sein
- auf der LED-Leiste beginnt die rote LED für die optimale Wölklappenstellung zu blinken, wenn die beiden Wölklappenstellungen um mehr als eine Raste auseinander liegen

Die optionale LED-Leiste dient außerdem noch zur Alarmierung, wenn bedrohliche Flugzustände entstanden sind (analog zur Farbgebung des Vario-Hintergrundes) wie

- Annäherung an die und Unterschreiten der Mindestfluggeschwindigkeit Vmin (auf Basis TrueAirSpeed) → grüner Hintergrund
- Annäherung an die und Überschreiten der absoluten Maximalgeschwindigkeit VNE (auf Basis TrueAirSpeed) → roter Hintergrund
- Annäherung an die und Überschreiten der zugelassenen G-Belastungen (abhängig vom TrueAirSpeed) → roter Hintergrund
- Überschreiten der zugelassenen Geschwindigkeit für die aktuelle Klappenstellung (auf Basis IndicatedAirSpeed) → magenta Hintergrund
- Bremsklappen ausgefahren bei gleichzeitig NICHT ausgefahrenem Fahrwerk → gelber Hintergrund

¹¹ Das System kann mit Flugzeugen OHNE oder MIT Wölklappen umgehen, ist jedoch beschränkt auf Flugzeuge mit (willkürlich gewählt) acht (8) oder weniger Klappenstellungen. Diese Eigenschaften müssen in den Flugzeugtyp-Beschreibungsdateien (*.fzt) formal beschrieben sein.

15.2 Eichung der Wölbklappen-Darstellung

Bitte vorher Kap 17.3 lesen !

Hier zunächst ein Ausriß aus den fzt-Dateien :

```
// Further underneath are the slide voltages in percent of the total voltage
// spread between Vmax and Vmin (see sketch above), assuming the slide is
// tied to the flaps governing rod.
```

Hört sich kompliziert an, ist dann am Ende aber sehr einfach :

Diese „slide voltage percentages“ lassen sich am Boden „erfliegen“ :-).

Der Benutzer* muss die Seite „FlapsControl“ wählen.

Schritt 1 :

Die Wölbklappen werden durch die gesamte Spanne gefahren. Dabei wird automatisch der „Flaps Spread“ definiert.

Schritt 2 :

Wenn dann dediziert jede Wölbklappenstellung einmal gerastet wird, stellt sich im Feld „Curr Flaps Posit“ die gesuchte Prozentzahl ein. Dann einfach „Raste“ zusammen mit der „Prozentzahl“ notieren für alle Rosten – und schon sind die Daten da, um für dieses Flugzeug die in der fzt-Datei notwendigen Angaben zu machen.

Das ist ein einmaliger Aufwand je Flugzeug. Und weil der Einbau der Wölbklappen-Sensoren (Potentiometer, Encoder) zwischen den einzelnen Flugzeugen immer ein wenig differiert, muss dieser Vorgang auch für jedes neu mit einem Wölbklappen-Sensoren ausgestattete Flugzeug einmal durchgeführt werden.

Notabene : Wenn die Werte leicht zittern, bitte den höchsten Wert notieren.

16 Log-File

Log_Events :

- task_ImageBuilder : Change Vario Scale
- task_CAN_Bus_Receiver : Change ClimbMode
- task_CAN_Bus_Receiver : Change FlightStatus
- task_MMI : Success of Command dequeing
- task_MMI : Failure of Command dequeing
- task_FrontEnd : Failure of Command enqueueing
- PrgNav_Lib.c / task_MMI : various input or navigation error situations
 - bottom of page
 - top of page
 - max value reached
 - low value reached
 - ...

Weitere Events werden folgen.

Die meisten Events werden von einem Ton-Signal begleitet.

17 Referenzteil

17.1 Menue-Struktur

Nr	Menue-Seite	Felder im Menue	Änderbarkeit
0	c_Basic_Setup	c_MacCready c_Ballast c_PilotMass c_Bugs c_Vario_Volume c_SC_Volume c_Brightness c_Time_Selector c_DarkThemeOn c_NormalMode	c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod
1	c_Plane_Status	c_CurrentFlightStatus c_AirBrakesExtended c_GearExtended c_FlapsAboveNeutral c_UseFlapsAboveNeutral c_FlapsControlActive c_CurrentFlapsSetting c_OptimalFlapsSetting c_Version c_AVersion c_SVersion	c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod
2	c_ListPlaneTypes	c_Type_of_Plane c_List_Item_0 c_List_Item_1 c_List_Item_2 c_List_Item_3 c_List_Item_4 c_List_Item_5 c_List_Item_6	c_NeverMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod
3	c_Flaps_Control	c_FlapsControlActive c_FlapsLEDPattInverted c_FlapsLEDRowInverted c_NoOfFlapsPositions c_FlapsSpread c_FlapsPosition c_CurrentFlapsSetting	c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_AlwaysMod c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod c_NeverMod

4

c_Extended_Setup

c_MacCready	c_AlwaysMod
c_Ballast	c_AlwaysMod
c_PilotMass	c_AlwaysMod
c_Bugs	c_AlwaysMod
c_Vario_Volume	c_AlwaysMod
c_SC_Volume	c_AlwaysMod
c_Signal_Volume	c_AlwaysMod
c_Total_Mute	c_AlwaysMod
c_SC_Mute	c_AlwaysMod
c_Signal_Mute	c_AlwaysMod
c_BuzzerActive	c_AlwaysMod
c_Wind_Selector	c_AlwaysMod
c_FlapsControlActive	c_AlwaysMod
c_AMIMaster	c_AlwaysMod
c_Show_CurrWindArrow	c_AlwaysMod
c_Allow_AudioClimbCruise	c_AlwaysMod
c_FLOnGraphics	c_AlwaysMod

5

c_Vario_Page_SetUp

c_Var_Show_CircleAvrge	c_AlwaysMod
c_Var_Show_ClimbAvrage	c_AlwaysMod
c_Var_Show_AMM	c_AlwaysMod
c_Var_Show_AMMAvrge	c_AlwaysMod
c_Var_Show_AMM_in_Climb	c_AlwaysMod

6

c_HTI_Page_SetUp

c_Hor_Avrge_Srce_Sel	c_AlwaysMod
c_TIScaleSelector	c_AlwaysMod

7

c_Damping_Setup

c_Vario_Zeiger_Tau	c_AlwaysMod
c_Audio_Ton_Tau	c_AlwaysMod
c_Mean_AMM_Tau	c_AlwaysMod
c_Mean_Wind_Tau	c_AlwaysMod
c_OAS_Error_Tau	c_AlwaysMod

8

c_Plane_and_Pilot

c_Type_of_Plane	c_NeverMod
c_PilotMass	c_AlwaysMod
c_Ballast	c_AlwaysMod
c_Bugs	c_AlwaysMod
c_MacCready	c_AlwaysMod
c_WingLoad	c_NeverMod
c_maxLoD	c_NeverMod
c_maxLoDatOAS	c_NeverMod
c_OASatMC	c_NeverMod

9

c_Flight_Data

c_OptAS	c_NeverMod
c_IAS	c_NeverMod
c_CAS	c_NeverMod

c_TAS	c_NeverMod
c_QNH	c_ModInFlight
c_QNH_Altitude	c_NeverMod
c_HomePort_Elevation	c_ModInFlight
c_FL	c_NeverMod
c_Sensor_CR	c_NeverMod
c_Sensor_CR_Average	c_NeverMod
c_Thermal_CR_Average	c_NeverMod
c_AMM	c_NeverMod
c_AMM_Average	c_NeverMod

10

c_Atmospheric_Data	
c_GPS_Altitude	c_NeverMod
c_QNH_Altitude	c_NeverMod
c_QNH	c_ModInFlight}
c_AmbPressure	c_NeverMod
c_QFE_Altitude	c_NeverMod
c_AMM	c_NeverMod
c_AmbDensity	c_NeverMod
c_OAT	c_NeverMod
c_RelHumidity	c_NeverMod
c_CloudBase	c_NeverMod

11

c_GPS_Compass_Data	
c_GPS_UT	c_NeverMod
c_GPS_Date_Time	c_NeverMod
c_LOC_Date_Time	c_NeverMod
c_GPS_Latitude	c_NeverMod
c_GPS_Longitude	c_NeverMod
c_GPS_Track	c_NeverMod
c_GPS_GroundSpeed	c_NeverMod
c_GPS_Condition	c_NeverMod
c_GPS_Altitude	c_NeverMod
c_QNH_Altitude	c_NeverMod
c_Heading	c_NeverMod
c_RollAngle	c_NeverMod
c_PitchAngle	c_NeverMod

12

c_Wind_Data	
c_Sensor_WD	c_NeverMod
c_Sensor_WS	c_NeverMod
c_Sensor_WD_Average	c_NeverMod
c_Sensor_WS_Average	c_NeverMod
c_W_Curr	c_NeverMod
c_W_Mean	c_NeverMod

13

c_Audio_Setup	
c_Vario_Volume	c_AlwaysMod
c_SC_Volume	c_AlwaysMod
c_Signal_Volume	c_AlwaysMod
c_Vario_MutWinUL	c_AlwaysMod
c_Vario_MutWinLL	c_AlwaysMod
c_SC_MutWinUL	c_AlwaysMod
c_SC_MutWinLL	c_AlwaysMod

	c_SC_Mute	c_AlwaysMod
	c_Signal_Mute	c_AlwaysMod
	c_Total_Mute	c_AlwaysMod
14		
	c_VFields_Vario	
	c_VF_Vario_1	c_AlwaysMod
	c_VF_Vario_2	c_AlwaysMod
	c_VF_Vario_3	c_AlwaysMod
	c_VF_Vario_4	c_AlwaysMod
	c_VF_Vario_5	c_AlwaysMod
	c_VF_Vario_6	c_AlwaysMod
15		
	c_VFields_SC	
	c_VF_SC_1	c_AlwaysMod
	c_VF_SC_2	c_AlwaysMod
	c_VF_SC_3	c_AlwaysMod
	c_VF_SC_4	c_AlwaysMod
	c_VF_SC_5	c_AlwaysMod
	c_VF_SC_6	c_AlwaysMod
16		
	c_PolarCurve_Check_1	
	c_Bugs	c_AlwaysMod
	c_MacCready	c_AlwaysMod
	c_IAS	c_AlwaysMod
	c_Sensor_CR	c_AlwaysMod
	c_AmbPressure	c_AlwaysMod
	c_PilotMass	c_AlwaysMod
	c_Ballast	c_AlwaysMod
	c_WingLoad	c_NeverMod
	c_Type_of_Plane	c_NeverMod
	c_Test_Mode	c_AlwaysMod
17		
	c_PolarCurve_Check_2	
	c_Q_Factor	c_NeverMod
	c_QNH_Altitude	c_NeverMod
	c_PolSink	c_NeverMod
	c_MC_Inverted	c_NeverMod
	c_AMM	c_NeverMod
	c_OptAS	c_NeverMod
	c_GlRatio	c_NeverMod
	c_Type_of_Plane	c_NeverMod
18		
	c_Config_LoadSave	
	c_ForceSDLoad	c_AlwaysMod
	c_ForceSDSave	c_AlwaysMod
	c_Reset	c_AlwaysMod
19		
	c_Sensor_SetUp	
	c_Tau_FastWind_Glide	c_AlwaysMod
	c_Tau_SlowWind_Glide	c_AlwaysMod
	c_Tau_FastWind_Climb	c_AlwaysMod
	c_Tau_SlowWind_Climb	c_AlwaysMod

c(CG)_Hysteresis	c_AlwaysMod
c_Incl	c_AlwaysMod
c_Decl	c_AlwaysMod
c_Yaw	c_AlwaysMod
c_Roll	c_AlwaysMod
c_Nick	c_AlwaysMod

20

c_Expert_SetUp	
c_AllowSwitchBack	c_AlwaysMod
c_Time2SwitchBack	c_AlwaysMod
c_ForceXCSoar	c_AlwaysMod
c_Acceleration_Tau	c_AlwaysMod
c_SR_HiPass_Tau	c_AlwaysMod
c_Turbulence_Tau	c_AlwaysMod
c_TurbulenceLimit	c_AlwaysMod
c_SafetyMargin	c_AlwaysMod
c_RMSTurbulence	c_NeverMod
c_MinG	c_NeverMod
c_MaxG	c_NeverMod

21

c_Experimental	
cLoggingOn	c_AlwaysMod
cTime2Engrave	c_AlwaysMod
cColorSetting	c_AlwaysMod
cWind_Selector	c_AlwaysMod
cEllis	c_AlwaysMod
cSensorSystemState	c_NeverMod
cSysTime_Secs	c_NeverMod
cSysTime_mSecs	c_NeverMod
cNewSCAlgorithm	c_AlwaysMod
cCAS_Slope	c_NeverMod
cOAS_Slope	c_NeverMod

17.2 Liste der Felder

CR = configuration relevant / nCR not configuration relevant

CR/nCR	Feldname	Text	Größe	Einheit
CR	MacCready	MacCready-Einstellung	Float	m/s
CR	Ballast	Einstellung Wasserballast	Int16	kg
CR	PilotMass	Masse der Zuladung	Int16	kg
CR	Bugs	Verschmutzung durch Mücken	Float	%
nCR	WingLoad	aktuelle Flächenbelastung	Float	kg/m
nCR	Check_Connected	intern	int8	
nCR	BrakesExtended	Bremsklappen 0 / 1 ein- oder ausgefahren	Int8	
nCR	GearExtended	Fahrwerk 0 / 1 ein- oder ausgefahren	Int8	
nCR	FlapsAboveNeutral	Wölbklappenposition bei Null oder darüber 0 / 1	Int8	
CR	FlapsControlActive	Show Flaps Control aus / ein 0 / 1	Int8	
CR	NormalMode	Umschaltung NormalMode-ExpertMode	Int8	
CR	DarkThemeOn	Dunkle / Helle Oberfläche	Int8	
CR	Current Flight Status	Plane OnGround / TakeOff / AirBorne	Int8	
nCR	IAS	Dynamische Anzeige der Fluggeschwindigkeit gegen Luft	Int16	km/h
nCR	CAS	Dynamische Anzeige von Calibrated AirSpeed	Int16	km/h
nCR	TAS	Dynamische Anzeige der dichte-korrigierten wahren Fluggeschwindigkeit	Int16	km/h
nCR	OptAS	Dynamische Anzeige der optimalen Fahrt	Int16	km/h
nCR	MC_Inverted	Intern	Float	m/s
nCR	OptASErr	Dynamische Anzeige des aktuellen SF-Fehlers relativ zu CAS	Int16	km/h
nCR	max LoD	Beste Gleitzahl für diesen Flugzeugtyp	Float	Eps
nCR	OAS @ maxLoD	Fahrt für beste Gleitzahl	Int16	km/h
nCR	OAS @ MC	Opt. Fahrt für MC mit 0 Luftmassensinken	Int16	km/h
nCR	PlaneSinkRate	aktueller Flugzeug Sinken/Steigen	Float	m/s
nCR	Sensor Average	Vario-Mittel aus dem Sensor	Float	m/s
nCR	ThermIClimbAvg	mittl. Steigen ab Kurbelbeginn	Float	m/s
nCR	AirMassSinkRate	aktueller Luftmassen Steigen/Sinken	Float	m/s
nCR	AirMassAverage	mittleres Luftmassen-Sinken	Float	m/s
nCR	AmbDensity	aktuelle Luftdichte	Float	kg/m
nCR	AmbPressure	aktueller Luftdruck	Float	hPa
nCR	RelHumidity	aktuelle rel Feuchte	Float	%
nCR	OAT			
nCR	CloudBase	Errechnete Basishöhe	Uint16	m
nCR	Tau_FastWind_Glide	Zeitkonstante schnelle Windanzeige im Gleiten	uint8_t	Sekunden
nCR	Tau_SlowWind_Glide	Zeitkonstante langsame Windanzeige im Gleiten	uint8_t	Sekunden
nCR	Tau_FastWind_Climb	Zeitkonstante schnelle Windanzeige im Steigen	uint8_t	Sekunden
nCR	Tau_SlowWind_Climb	Zeitkonstante langsame Windanzeige im Steigen	uint8_t	Sekunden
nCR	CG_Hysteresis	Zeitkonstante der automatischen Umschaltung Steigen/Gleiten im Sensor-Automatik	uint8_t	Sekunden
nCR	Yaw	Offset zwischen Mag Nord und der Nord-Orientierung des Sensors	Float	°
nCR	Roll	Offset Einbau-Orientierung des Sensors von der Waagerechten in der Längsachse	Float	°
nCR	Nick	Offset Einbau-Orientierung des Sensors von der Waagerechten in der Querachse	Float	°
nCR	Declination	Ortsmissweisung Deklination	Float	°
nCR	Inclination	Ortsmissweisung Inklination	Float	°
nCR	QNH	aktueller QNH	Float	hPa

nCR	QNH Altitude	Höhe über QNH	Int32	m
nCR	QNH Alt Gain	Höhengewinn im letzten Bart	Int32	m
nCR	QFE Altitude	Höhe über QFE	Int32	m
CR	HomePort Elevation	Höhe des Heimatplatzes	Int32	m
nCR	FlightLevel	Flight Level bezogen auf 1013.25 hPa (NN)	Int16	FL
CR	Audio Tau	Zeitkonstante für das Audio-Signal ZKO	Float	Sekunden
CR	Zeiger Tau	Zeitkonstante für die Vario-Zeiger ZKO	Float	Sekunden
CR	SR Avrge Tau	Zeitkonstante zur Mittelung des lokal gemittelten Steigens	Float	Sekunden
CR	AMM Tau	Zeitkonstante zur Mittelung des Luftmassensteigens	Float	Sekunden
CR	SpeedCmd Tau	Zeitkonstante zur Mittelung des Sollfahrt Signal	Float	Sekunden
CR	WindTau	Zeitkonstante zur Mittelung des Windes	Float	Sekunden
CR	Turbulence Tau	Zeitkonstante zur Mittelung der Turbulenz ZKO	Float	Sekunden
CR	Acceleration Tau	Zeitkonstante zur Mittelung der Beschleunigung ZKO	Float	Sekunden
CR	GPS_SR_Tau	Zeitkonstante zur Mittelung der GPS Steigrate ZKO	Float	Sekunden
nCR	SlipAngle	Schiebewinkel	Float	°
nCR	Roll-Angle	Roll-Winkel	Float	°
nCR	Pitch-Angle	Nick-Winkel	Float	°
nCR	TurnRate	TurnRate	Float	°/s
nCR	Heading	Kompass-Kurs	Int16	°
CR	UTC LOC Offset	Offset zu UTC zu LOC in Stunden-Schritten	Int8	h
nCR	UTC Date Time	UTC Datum und Zeit aus dem GPS	Date_Time	
nCR	LOC Date Time	Lokal-Zeit (UTC +- Offset)	Date_Time	
nCR	GPS Altitude	Höhe aus dem GPS	Int16	m
nCR	GPS ClimbRate	GPS Steigen	Float	m/s
nCR	Latitude	Breite aus GPS	Lat	°"
nCR	Longitude	Länge aus dem GPS	Lon	°"
nCR	GPS Track	Track aus dem GPS	Int16	°
nCR	GroundSpeed	Grundgeschwindigkeit aus dem GPS	Int16	km/h
nCR	GPS No Sats	GPS-No of Sats	Int8	
nCR	GPS Condition	GPS-Pos Status 0 / 1 / 2 / 3	Int8	
nCR	Acceleration	No GPS / 2D Fix / 3 D Fix / 3 D Fix on Dual GNSS	Int8	
nCR	SensWindDir	Netto Acceleration	Float	m/s
nCR	SensWindSpeed	Sensor Wind aus dieser Richtung	Float	°
nCR	MeanSensWindDir	Sensor Windgeschwindigkeit	Float	km/h
nCR	MeanSensWindSpeed	Mittl. Sensor Wind aus dieser Richtung	Float	°
nCR	Curr Wind Dir	mittl. Sensor Windgeschwindigkeit	Float	km/h
nCR	Curr Wind Speed	aktuell Windrichtung	Int16	°
nCR	Current Wind	aktuelle Windgeschwindigkeit	Int16	km/h
nCR	MWindDGlide	aktueller Wind	Wind	km/h / °
nCR	MWindSGlide	akt. Windrichtung beim Gleiten	Int16	°
nCR	Gradient Wind	Windgeschwindigkeit beim Gleiten	Int16	km/h
CR	Avrge Wind Sourc	mittl. Wind beim letzten Geradeausflug	Wind	km/h / °
nCR	AutoClimbModSwtch	Quelle gemittelter Wind Lokal/Sensor 0 / 1	Int8	
CR	Allow_AudioClimb	Sensor-Automatik ClimbCruise Schalter	Int8	
CR	Master Slave Sel	Audio Steigen Ton im Gleiten 0 / 1	Int8	
CR	LoggingOn	Umschaltung Slave / Master 0 / 1	Int8	
CR	OutPlaneData	internes Logging ein / aus	Int8	
CR	Force_SD_Load	Ausgabe der Flugzeugpolare im Log-File aus/ein	Int8	
nCR	Force_SD_Save	Forced load of config data from SD if available	Int8	
CR	ColorSetting	Forced save of config data to SD if available	Int8	
CR	Pitch_Offset	Farbauswahl 0 - 6	Int8	
CR	TI_ScaleSelector	Pitch Korrektur -30 ---- +30 Grad	Int8	°
		Select Type of Turn Indicator Scale 0 - 1	Int8	

		Quelle Mittl. Steigen im Horizont		
nCR	Sel_Average	0 lokal 1 Sensor 3 Bart	Int8	
CR	Time2SwitchBack	Zeit in Sekunden für Rücksprung zu Graphik	Int8	
CR	SwitchBackAllwed	Programm-Rücksprung aus / ein	Int8	
CR	Time_2_Egrave	Time to settle for a graphic program	Int8	
CR	Vario_Volume	Lautstärke beim Kurbeln	Int8	%
CR	SC_Volume	Lautstärke beim Gleiten	Int8	%
CR	VarMutWin_ULim	Vario-Totband obere Grenze	Int16	m/s^2
CR	VarMutWin_LLlim	Vario-Totband untere Grenze	Int16	m/s^2
CR	SC_MutWin_ULim	Sollfahrtton-Totband obere Grenze	Int16	km/h
CR	SC_MutWin_LLlim	Sollfahrtton-Totband untere Grenze	Int16	km/h
nCR	Audio Frequency	Frequenz des aktuellen Tons	Int16	Hz
nCR	Tune On Interval	Länge des Ton-EIN Intervals	Int16	MilliSeks
nCR	Tune Off_Interval	Länge des Ton-AUS Intervals	Int8	MilliSeks
CR	Speed_Cmd_Mute	Audio in SF Mode aus / ein 0 / 1	Int8	
CR	Signal Mute	Signaltöne aus / ein 0 / 1	Int8	
CR	Total_Mute	Audio stumm aus / ein 0 / 1	Int8	
nCR	SysTime_msec	intern	Int32	MilliSeks
nCR	SysTime_sec	intern	Int32	Sekunden
nCR	IAS_Slope	intern	Float	
nCR	OAS_Slope	intern	Float	
nCR	Time4SpdCnvrnce	intern	Int8	Sekunden
nCR	FullScale	Vollausschlag der Vario-Skala	Float	m/s
nCR	Log Root	Exponent der Anzeige Funktion	Float	
CR	LocSRAV_Pointer	Zeiger ein / aus für lokal ermitteltes mittl. Steigen	Int8	
CR	SensMSRAV_Pointer	Zeiger ein / aus im Sensor ermitteltes mittl. Steigen	Int8	
CR	TrueAV_Pointer	Zeiger ein / aus für das mittl. Steigen des Bartes	Int8	
CR	AMM_Pointer	Zeiger ein / aus für das Luftmassensteigen	Int8	
CR	AMMAV_Pointer	Zeiger ein / aus für das mittl. Luftmassensteigen	Int8	
CR	AM_in_Climb	Zeiger ein / aus für das Luftmassensteigen beim Kreisen	Int8	
CR	Time_Selector	Vario Zeit Auswahl LOC == 0 / UTC == 1	Int8	
nCR	Speed	AirSpeed of Plane	Int16	km/h
nCR	Polar Sink Rate	Polar Sink Rate at airspeed above	Float	m/s
nCR	Glide Ratio	Glide Ratio at airspeed above	Float	
nCR	Sensor Status	Status der Sensoren	Hex	
CR	Version	Version und Build des laufenden Codes	Version	
nCR	UpdateTime	Zeit der Erzeugung der Config-Daten	Date_Time	
CR	LCD-Brightness	Helligkeitseinstellung für das LCD-Display, beeinflusst im gleichen Sinne auch die Helligkeit der Wölblkappen-LED-Leiste, wenn vorhanden	Int16	%
nCR	Reset Config	Reset config data to factory settings	Int8	
CR	Ellis AMM	Ellis Formula for AMM off / on (experimental)	Int8	
CR	Take Off Time	Startzeit	TimeOfDay	
CR	Landing Time	Landezeit	TimeOfDay	
CR	Flight Time	Flugdauer	TimeOfDay	
nCR	Curr Flaps Position	Flaps Position in % of Slider Spread	Int16	%
nCR	Curr Flaps Setting	Aktuelle Klappenstellung	Int8	
nCR	Opt Flaps Setting	Optimale Klappenstellung	Int8	
CR	Flaps Spread	Flaps Spread on Slider	Int16	
CR	Type of Plane	Flugzeugtyp	String	
nCR	Turbulence Value	Turbulenz-Wert	Float	
CR	Turbulence Limit	Grenzwert für Turbulenz-Erkennung	Float	
CR	Max G Load	Maximale (positive) G Belastung	Float	g
CR	Min G Load	Minimale (negative) G Belastung	Float	g

17.3 Felder, die auf der Vario-Seite selektierbar sind

MacCready,
Ballast,
PilotMass,
Bugs,
GPS_Date_Time,
LOC_Date_Time,
GPS_Track,
GPS_GroundSpeed,
GPS_Altitude,
GPS_ClimbRate,
SlipAngle,
TurnRate,
NettoAcceleration,
RollAngle,
PitchAngle,
W_Curr,
W_Mean,
IAS,
CAS,
TAS,
OASatMC,
OptAS,
OptASError,
maxLoDatOAS,
CAS_Slope,
OAS_Slope,
QFE_Altitude,
HomePort_Elevation,
OAT,
RelHumidity,
QNH,
QNH_Altitude,
QNH_Altitude_Gain,
FL,
Sensor_CR,
Sensor_CR_Average,
Thermal_CR_Average,
AMM,
AMM_Average,
Vario_Volume,
SC_Volume,
Signal_Volume,
Time4SpdConvergence,
SensorSystemState,

17.4 Format der Flugzeugbeschreibungsdateien (*.fzt)

```

// Plane Profile : DG800b_18m.cfg ****
//
PlaneTypeName      = "DG800b/18m"
//
//                                     NakedWeight,  MaxToffWeight,  MaxBallast,  WingArea
PlaneTypeDetail_Loads    = 360.0,          525.0,          100.0,        11.81404
//
//                                     CAS_LL,   CAS_UL,   IAS_LL,   IAS_UL,  VMIN,  VRA,   VNE
PlaneTypeDetail_Speeds   = 110,           270,           105,           270,       65,     190,    270
//
//                                     RefWingLoad  MaxLoD
PolarCurve             = 40.0,           50.7872
//
// Polar Points  CAS      SinkRate
PolarValues_0           = 75.483,        -0.711
PolarValues_1           = 88.467,        -0.526
PolarValues_2           = 104.581,       -0.572
PolarValues_3           = 165.632,       -1.299
PolarValues_4           = 232.702,       -3.918
//
//
// Flap setting measurement :
//
// In the flight manual of the plane, you will find a list or a table
// which shows which flap setting yields the plane's best performance in a
// given air speed span.
// This list or table depends on a specific wingload, the flaps-ref-mass.
//
// Some flight manuals do not provide flaps-ref-mass but flaps-ref-wingload.
// In these case please multiply the flaps-ref_wingload with wingArea
// to achieve the flaps-ref-mass needed below.
//
// The following sketch is not the blue print of the implementation,
// but it should illustrate the use of a linear or draw wire
// potentiometer as measurement device for the flap settingthe context.
// Any implementation must aim to keep the "Totweg"-s as small as possible.
//
// Vref      <- total potentiometer voltage span -->      GND
//                      span of measurement
//                      <----->
//                      -----
//                      | -----  -----  ----- |
// Vref ---| |Totweg|----| Rpoti |----|Totweg| |---- GND
//          | ----- ^ ----- ^ ----- |
//          -----|-----^-----|
//          Vmax |     |     | Vmin
//                      |
//                      slider voltage
//
// Flaps description :
//
// This description mimics your pilots manual
// which - at first - shows the reference flight mass for which - subsequent -
// flap setting instructions are valid.
// Obviously, different airplanes have different numbers of flap setting steps.
//
// NoOfFlapsSteps  FlapsRefMass

```

```

Flaps          = 7,           340.0
//
// The manual usually provides spans of air speed which correspond to
// flap settings underneath. These flap settings yield the best possible
// performance of the plane in each air speed span.
//
// Under each span there is the max air speed for which the plane
// is certified at that given flap setting. For some planes,
// certified air speeds are much lower than normal operating speeds.
//
// Further underneath are the potentiometer slide voltages in percent of
// the total voltage spread between Vmax and Vmin (see sketch above),
// assuming the slider is tied to the flaps governing rod.
//
// The Vmax and Vmin values are found automatically when the flaps lever is
// moved through the full span.
//
AirSpeeds      =     65,      70,      79,      88,      119,      141,      270,      999
FlapsSteps    =      "L",      "+8",      "+5",      "0",      "-5",      "-10",      "-14",      "NU"
VmaxCertified =     150,     190,     190,     270,     270,     270,     270,     999,
Percentage    =       0,      15,      35,      55,      70,      82,      100,     999
// slide in mm        0       8       31       49       70       92       100      NU
//
// ***** EOF *****

```

18 AOB

18.1 Signaldämpfungen

Die Sensoreinheit liefert 10 mal in der Sekunde neue Werte beim AD57 ab. Werte, die im Sensor nur schwach gedämpft werden, erscheinen unter Umständen sehr volatil, sie können in der Anzeige springen, z.B. der Vario-Zeiger.

Einige Piloten* wünschen sich die Anzeige so schnell, akzeptieren die Unruhe, andere lieben einen eher ruhigen Zeiger. Ähnlich ist es mit Zahlenangaben, deren Werte sich unter Umständen unlesbar schnell ändern können.

Um beide Nutzergruppen zu befriedigen bietet dieses System bei diesen kritischen Werten „Dämpfungen“ an, deren Tiefpasszeitkonstante NULL werden kann. Genauer : Die Zeitkonstanten können in Schritten von Zehntelsekunden von einigen Sekunden bis auf NULL heruntergeschraubt werden, die Anzeigen sind dann zuletzt vollkommen ungedämpft.

Wohlgemerkt : Es gibt andere Werte, bei denen die Zeitkonstante nicht auf Null gestellt werden kann. Das sind Werte, die per se gedämpft sein müssen, wie gleitende Mittelwerte.

Hinweise dazu finden sie als „ZK0“ in der dritten Spalte der Tabelle 11.1.

Details :

Mittelungen in task_CAN_Data_Digester

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| • Mittleres Steigen | g_ConfigData.Mean_ClimbRate_Tau |
| • Mittleres Luftmassensteigen | g_ConfigData.AMM_Tau |
| • Mittlerer Wind | g_ConfigData.Wind_Tau |

Mittelungen in task_CAN_Bus_Receiver

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------|
| • Mittlere Turbulenz | g_ConfigData.Turbulence_Tau | (geht bis Null) |
| • Mittlere Beschleunigung | g_ConfigData.Acceleration_Tau | (geht bis Null) |
| • Mittleres GPS-Steigen | g_ConfigData.GPS_ClimbRate_Tau | (geht bis Null) |

Mittelungen in task_ImageBuilder

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| • Zeigerberuhigung | g_ConfigData.Vario_Zeiger_Tau | (geht bis Null) |
| ◦ g_FrontEndData.Sensor_CR | | |
| ◦ g_FrontEndData.Local_CR_Average | | |
| ◦ g_FrontEndData.Sensor_CR_Average | | |
| ◦ g_FrontEndData.Thermal_CR_Average | | |
| ◦ g_FrontEndData.AMM | | |
| ◦ g_FrontEndData.SlipAngle | | |
| ◦ g_FrontEndData.TurnAngle | | |
| • OAS_Fehler-Beruhigung | g_ConfigData.OAS_Error_Tau | (geht bis Null) |

19 Einbau und Inbetriebnahme, Änderung von Sensor-Parametern

Der Einbau der Sensoreinheit bedarf einiger Sorgfalt : Die eigene drei-dimensionale Einbaulage in Bezug auf die Flugzeulgängsachse (drei Winkel) muss der Sensor-SW bekannt sein, damit sie sinnvolle Werte liefern kann. Da könnte der Horizont zu hoch stehen oder er steht schief, der Kompass zeigt falsch an.

Das folgende Bild zeigt den Einbau in 0-Lage an : Pfeil nach vorn, Yaw = 0°, Nick = 0°, Roll = -180 ° (auf dem Kopf). Der Roll-Winkel ergibt sich aus der Einbaulage des Sensors auf der Platine.



Es ist fast unmöglich, die Abweichungen dieser Winkel von der 0-Lage beim Einbau konkret und ganz exakt zu bestimmen. Allerdings reichen in einem ersten Schritt auch die ungefähren Winkel. Sie müssen vor Inbetriebnahme des Sensors in einem neuen Flugzeug in einer Text-Datei in einem vorgegebenen Format notiert werden. Diese Text-Datei muss sich auf uSD-Karte im Sensor befinden, wenn der Sensor eingeschaltet wird. Der Sensor richtet sich im Software-Start nach diesen Werten aus.

Beispiel :

```
01 SensTilt_Roll = -3.141592
02 SensTilt_Nick = 0.0
03 SensTilt_Yaw = 1.570796
04 Pitot_Offset = -7.000000e0
05 Pitot_Span = 1.030975e0
06 QNH-delta = 0.0
30 Vario_TC = 4.577637e-3
31 Vario_Int_TC = 3.051757e-3
32 Wind_TC = 1.525879e-3
33 Mean_Wind_TC = 3.051757e-3
40 GNSS_CONFIG = 1.0
41 ANT_BASELEN = 2.030000e0
42 ANT_SLAVE_DOWN = 2.630000e-1
43 ANT_SLAVE_RIGHT = -6.000000e-2
```

Da die Winkel-Werte nur UNGEFÄHR richtig sind, müssen folgende Parameter sie noch nachjustiert werden:

- Einstellung der Winkel Yaw, Nick und Roll
- Einstellung der Deklination und der Inklination

Weiterhin gibt es im Sensor noch eine Reihe weiterer Parameter, deren Änderung aus Sicht des Benutzers zur Laufzeit des Systems sinnvoll sein kann :

- Einstellung der Zeitkonstante des schnell veränderlichen Winds im Gleiten
- Einstellung der Zeitkonstante des langsam veränderlichen Winds im Gleiten
- Einstellung der Zeitkonstante des schnell veränderlichen Winds im Kreisen
- Einstellung der Zeitkonstante des langsam veränderlichen Winds im Kreisen
- Einstellung der Hysterese beim automatischen Umschalten zwischen Steigen und Gleiten

Wenn ein AD57-FrontEnd an diesem Sensor angeschlossen ist, können diese Parameter interaktiv verändert werden, im Menue <*Sensor SetUp*> . Die Veränderung dieser Werte erfolgt im Prinzip genau so wie die Veränderung von Parametern des FrontEnds, allerdings ist die Wirkung einer Veränderung verzögert. Der Benutzer sieht zunächst zwar seine gewünschte Änderung, aber erst wenn das Menue <*Sensor SetUp*> wieder verlassen wird, werden die neu eingestellten Werte an den Sensor gesendet. Der Sensor speichert dann diese Werte und muss eventuell einen Neustart seiner SW veranlassen. Wenn dieser Neustart ausgeführt ist, sendet der Sensor die dann neu eingestellten Werte. Ein Neustart der SW ist nur für die o.g. Winkel notwendig, die neu eingestellten Zeitkonstanten werden sofort zurückgemeldet.

Nachdem dieses Menue nach Veränderung von Parametern verlassen wurde, sollte eine kurze Wartezeit eingelegt werden, bevor das Menue erneut angewählt wird. In dieser Periode wird dem Sensor Zeit gegeben, die neu übertragenen Werte zu verarbeiten. Wenn ein Neustart der Sensor-SW notwendig wird, erscheint für eine kurze Zeit die Meldung „SENSOR OFFLINE“.

Notabene :

Die Parameter der Deklination und der Inklination müssen dann nachgestellt werden, wenn das Flugzeug an einen entfernten Ort gebracht wird, z.B. von Frankfurt nach Sisteron. Dies ist notwendig, weil das **LARUS** zz noch nicht über ein internes Modell der magnetischen Missweisung verfügt.

20 Autoren und Kontributoren von **LARUS**

Das **LARUS** konnte nur entstehen durch die Zusammenarbeit und die Beiträge folgender Personen

- Betz, Max
- Foerderer, Marc
- Langer, Stefan
- Leutenegger, Stefan
- Maier, Felix
- Rupp, Horst
- Schäfer, Klaus
- Simon, Winfried
- Wahlig, Uwe

(in alphanumerischer Reihenfolge, ohne Berücksichtigung des Umfangs oder des Gewichtes des jeweiligen persönlichen Beitrags)