

# Sektion 1 – F5J Höhenmesser/Motorlauf-Timer V 1.0

Erstausgabe 1. Januar 2014

## Inhalt

### 1.0 Einleitung

- 1.1 Zweck dieses Dokuments
- 1.2 Philosophie hinter der Höhenmesser/Motorlauf-Timer (AMRT)-Spezifikation

### 2.0 Information für Hersteller

- 2.1 AMRT Technische Spezifikation
- 2.2 Technische Spezifikation
- 2.3 Merkmale des AMRT
- 2.4 Aufzeichnung Starthöhe

### 3.0 Technische Überlegungen

- 3.1 Beschränkungen der Nutzeroptionen
- 3.2 ISA Berechnung
- 3.3 Bestimmung Starthöhe
- 3.4 Motorlauf-Timer
- 3.5 Erhalt der Starthöhenanzeige
- 3.6 Überlegungen zum Display
- 3.7 Steckverbinder-Kompatibilität
- 3.8 Drehzahlsteller (Electronic Speed Controller ESC)-Kompatibilität

### 4.0 Wettbewerbsinformation

#### 4.1 Einbau-Umgebung

### 5.0 Nachprüfung des AMRT

- 5.1 Zweck der Nachprüfung
- 5.2 Verfahren der Nachprüfung

### 6.0 Leitfaden für Wettbewerbsveranstalter zum Einsatz von Prüf-AMRTs

- 6.1 Einsatz von Prüf-AMRTs im Flugzeug des Teilnehmers

### 7.0 Zulassungen

#### 7.1 Zulassungsverfahren

- 7.2 Prüfliste der zu verifizierenden Merkmale bei der Bewertung der Einhaltung
- 7.3 Einreichung von AMRTs zur Zulassung
- 7.4 Widerruf der Zulassung

## Anhang A

Liste zugelassener AMRT-Firmware

## 1.0 Einleitung

### 1.1 Zweck dieses Dokuments

Das Vorgehen der FAI CIAM beim Erstellen und Ändern von Regeln ist darauf abgestimmt, die Wettbewerbsregeln stabil zu halten, und bringt dadurch Schwierigkeiten auf Gebieten mit sich, die sich schnell wechselnder Technik unterliegen. Um dieses Problem zu überwinden, hat der CIAM-Vorstand eine Arbeitsgruppe „Electronic Devices in Competition (EDIC)“ eingesetzt, die, getrennt vom Prozess der Regelerstellung, ein System von „technischen Überlegungen“ zur Verfügung stellen wird, das eine Klasse voran bringt, sich aber nicht auf die Klassenregeln auswirkt.

Als Teil dieses Systems stellt dieses Dokument technische Anleitungen zur Spezifikation, dem Testen und der Anwendung von Höhenmesser/Motorlauf-Timern (AMRT) zum Einsatz bei F5J-Wettbewerben zur Verfügung. Die hier enthaltenen Informationen sind für AMRT-Hersteller, Wettbewerbsveranstalter, Teilnehmer und Personen, die an der Bewertung von AMRTs beteiligt sind, von Bedeutung.

### 1.2 Philosophie hinter der Höhenmesser/Motorlauf-Timer (AMRT)-Spezifikation

Internationale Wettbewerbe ziehen eine große Zahl von Teilnehmern an, von denen jedem drei Modelle erlaubt sind. Folglich können Wettbewerbsveranstalter davon ausgehen, dass ihnen eine nennenswerte Anzahl von AMRTs von einer Anzahl verschiedener Hersteller zum Zweck der Untersuchung und Prüfung vorgelegt werden.

Vor diesem Hintergrund wurden die AMRT-Spezifikationen mit den folgenden Zielen formuliert:

- a) Die ‚Starthöhe‘ genau zu bestimmen, wie nach den Regeln erforderlich.
- b) Unklarheiten beim Ablesen der ‚Starthöhe‘ vom AMRT zu minimieren.
- c) Eine sichere Arbeitsumgebung für die offiziellen Teilnehmer beim Ablesen des AMRT zur Verfügung zu stellen.
- d) Sicher zu stellen, dass der AMRT nur so funktionieren kann, wie nach den Regeln des Wettbewerbs erforderlich ist, und nicht, unabsichtlich oder sonst, auf andere Art bedient werden kann.
- e) Die Information zur ‚Starthöhe‘ zu speichern für die nachträgliche Behebung von Zweifeln an einer in Frage gestellten Ablesung.
- f) Eine Standardarbeitsweise zur Verfügung zu stellen, so dass, ohne Berücksichtigung des AMRT-Herstellers, eine Überprüfung nach einem festgelegten Testverfahren einfach ausgeführt werden kann.
- g) Standard-Verbindungen festzulegen für Kompatibilität mit den Testeinrichtungen und zur Verringerung der Gefahr von zufälliger Beschädigung bei der Handhabung durch Wettbewerbs-Offizielle.
- h) Eine Standardmethode zur Verfügung zu stellen, um festzustellen, dass der AMRT ein Baumuster ist, für das eine Zulassung erteilt wurde.

## 2.0 Information für Hersteller

### 2.1 AMRT Technische Spezifikation

Dieser Abschnitt ist die formale Spezifikation für AMRTs, die dafür gedacht sind, bei F5J-Wettbewerben eingesetzt zu werden.

### 2.2 Ein elektronischer AMRT, der in einem F5J-Modell mitgeführt werden soll, muss die folgenden technische Spezifikationen erfüllen:

- a) Er muss die barometrische Höhenmesstechnik verwenden.
- b) Höhenanzeige muss auf der Internationalen Standard-Atmosphäre, wie im ICAO-Dokument 7488/2 festgelegt, erfolgen.
- c) Die Methode, wie Druckmessungen in Höheninformationen umgewandelt werden, muss so sein, dass die festgelegte Genauigkeit über den vollen Arbeitsbereich des AMRT eingehalten wird.
- d) Er muss die maximale Differenz der Druckhöhen (‚Starthöhe‘) in Übereinstimmung mit der folgenden Definition aufzeichnen:  
‚Starthöhe‘ ist definiert als die aufgezeichnete maximale Differenz der Druckhöhen, gemessen in Metern, von der Initialisierung bis 10 Sekunden nachdem der Motor entweder manuell vom Teilnehmer oder automatisch vom Motorlauf-Timer, was zuerst eintritt, gestoppt wurde.
- e) Der Motorlauf-Timer muss den Motor 30 Sekunden nachdem er bei der Freigabe gestartet wurde stoppen, wenn er nicht in dieser Zeitspanne schon vom Teilnehmer gestoppt wurde.

- f) Der AMRT darf zu keiner Zeit einen weiteren Neustart des Motors während des Fluges erlauben.
- g) Der AMRT muss mit ESCs, die Empfänger-Sollsteuersignale im Bereich von 1 bis 2 Millisekunden verwenden, kompatibel sein, so dass der Motor nicht langsam weiterläuft, wenn ‚Motor stopp‘ entweder vom Teilnehmer oder dem AMRT ausgelöst wurde.
- h) Die Stromversorgung für den AMRT muss diejenige sein, die vom Empfängerausgang zum ESR am Empfängeranschluss Motorsteuerung verfügbar ist. Wenn die Stromquelle für den Empfänger über den ESC Motorsteuerungsanschluss erfolgt, ist es zulässig, dass die Versorgung für den Empfänger über den AMRT läuft.
- i) Die Anschlüsse des AMRT müssen von einem Universaltyp sein, der kompatibel mit JR/Futaba ist, und müssen vor jeder Art von Falschanschlus, die elektrische Beschädigung von AMRT oder verbundener Ausrüstung zur Folge hat, sicher sein. Wo zur Erfüllung dieser Forderung ein Verlängerungskabel verwendet wird, muss dieses am AMRT so gesichert sein, dass es nicht unbeabsichtigt entfernt werden kann.
- j) Der AMRT muss mit einer digitalen Anzeige ausgerüstet sein. Die Anzeige kann fester Bestandteil des AMRT sein oder ein getrenntes Modul, das entweder im Modell mitgeführt wird oder ansteckbar ist.  
Eine ansteckbare AMRT-Anzeige kann dazu verwendet werden, um eine beliebige Anzahl von AMRTs desselben zugelassenen Typs zu bedienen.

### 2.3 Merkmale des AMRT

- 2.3.1 Die Genauigkeit der festgestellten ‚Starthöhe‘ muss im Bereich von plus oder minus 2,5 Meter liegen. Die Genauigkeit muss über einen Druckbereich in Bodenhöhe von 750 bis 1050 hPa und über einen Umgebungstemperaturbereich von 0 bis +50 Grad Celsius erreicht werden.
- 2.3.2 Die Berechnung der Starthöhe muss alle Kalibrierungsparameter, die vom Hersteller des Drucksensors zur Verfügung gestellt werden, einschließen.
- 2.3.3 Die Abtastrate der Druckmessung, die für die Bestimmung der ‚Starthöhe‘ benutzt wird, muss mindestens 10 Abtastungen pro Sekunde betragen.
- 2.3.4 Keine Verarbeitung der Druckmessungen (oder der aus diesen Messungen erhalten Höheninformationen), die für die Bestimmung der ‚Starthöhe‘ benutzt werden, durch die Gerätesoftware darf zu einer Veränderung der Maximalhöhe, wie sie durch einen einzelnen, den Maximalwert darstellenden Messwert ermittelt würde, führen.
- 2.3.5 Die Genauigkeit des Zeitgebers, der für die ‚Motor-Stopp‘-Funktion und die ‚Starthöhen‘-Bestimmung verwendet wird, muss gleich oder besser als 0,1 Sekunden sein.
- 2.3.6 Es darf keine wählbaren Einstellungen oder Regulierungen geben, die es dem Anwender erlauben, die Arbeitsweise des AMRT so zu verändern, dass er außerhalb der Erfordernisse der Wettbewerbsregeln arbeitet.
- 2.3.7 Keine der zusätzlichen Möglichkeiten, die der Hersteller in den AMRT einbaut, darf weder in irgendeiner Weise die Abtastrate oder die Zeitgeberfunktion verändern, noch die Fähigkeit des AMRT, die Erfordernisse der Wettbewerbsregeln zu erfüllen, beeinflussen.
- 2.3.8 Die Auflösung der Anzeige bei der Ausgabe der berechneten ‚Starthöhe‘ muss 0,1 Meter betragen, was im Format „xxx.x“ angezeigt werden muss. Führende Nullzeichen dürfen unterdrückt werden. (Wenn die berechnete ‚Starthöhe‘ für die Flugwertung verwendet wird, muss der ausgelesene Wert auf den nächstgelegenen ganzen Meter abgerundet werden.)
- 2.3.9 Bei Ablauf der Zeitspanne, die 10 Sekunden nach ‚Motor-Stopp‘ endet, muss die aufgezeichnete ‚Starthöhe‘ kontinuierlich mit einer Mindest-Wiederholrate von einmal je 2 Sekunden auf die Anzeige übertragen werden. Diese Funktion muss selbstständig beginnen, wenn die Aufzeichnung der ‚Starthöhe‘ abgeschlossen ist.
- 2.3.10 Die Anzeige muss die Version der Gerätesoftware des AMRT im Format „Fx.x“ mit allen führenden Nullzeichen unterdrückt ausgeben.
- 2.3.11 Die Anzeige der Version der Gerätesoftware muss in den ersten 3 Sekunden erfolgen, die auf das Anlegen der Spannung an den AMRT folgen. Nach Ablauf der 3-Sekunden-Zeitspanne muss die Anzeige weiter die vorher aufgezeichnete ‚Starthöhe‘ oder die Anzeige für den Zustand ‚Gelöscht‘ ausgeben bis zu dem Zeitpunkt, an dem ein ‚Motor Start‘-Signal festgestellt wurde.. Diese Abfolge muss ablaufen ohne Rücksicht darauf, ob ein Eingangssignal am AMRT anliegt.
- 2.3.12 Wenn die Anzeige kein fester Bestandteil des AMRT ist, muss die Methode der Informationsübertragung zur Anzeige immun gegen jede Art der Verfälschung oder Veränderung durch äußere Quellen sein.

## 2.4 Aufzeichnung der Starthöhe

Der AMRT muss die Starthöhe in Übereinstimmung mit folgendem Verfahren aufzeichnen:

- Unmittelbar beim Anlegen der Spannung an den AMRT, muss er eine Referenzhöhe ‚Null Meter‘ bestimmen, von der aus jede folgende ‚Starthöhe‘ bestimmt wird. Eine vorher aufgezeichnete ‚Starthöhe‘ darf an diesem Punkt NICHT gelöscht werden.
- Diese Funktion muss ausgeführt werden, wobei das Modell in Höhe des Bodens an der in den Wettbewerbsregeln festgelegten Stelle ist.
- Für die Bestimmung der Referenzhöhe ‚Null Meter‘ sind höchstens 5 Sekunden erlaubt; während dieser Zeitspanne darf der AMRT auf kein ‚Motor Start‘-Signal antworten, das vom Teilnehmer ausgelöst wurde oder von Verfahren der Inbetriebnahme des Empfängers herrührt
- Nachdem die Spannungsversorgung an den AMRT angelegt wurde, werden die Bestimmung der ‚Starthöhe‘ und der Start des Motorlauf-Timers vom ‚Motor Start‘-Signal, das vom Teilnehmer ausgelöst wurde, eingeleitet. Diese Einleitung muss jede vorher aufgezeichnete ‚Starthöhe‘ löschen.
- Der Löschstaus von allen vorher aufgezeichneten Werten muss auf der Anzeige als eine Folge von Strichen (- - -) angezeigt werden. Das muss auf eine solche Art erfolgen, dass bei Anschluss einer abnehmbaren Anzeige diese den Löschstaus anzeigen würde.
- Wenn das ‚Motor Start‘-Signal vom Teilnehmer ausgelöst wurde, bestimmt der AMRT eine neue ‚Starthöhe‘, die den vorherigen Löschstaus ersetzt, und zeichnet sie auf.
- Wenn die Spannungsversorgung vom AMRT getrennt wird, muss die ‚Starthöhe‘ oder der Löschstaus-Status im AMRT gespeichert bleiben. Das Anlegen der Spannungsversorgung an den AMRT darf niemals die aufgezeichnete ‚Starthöhe‘ oder den Löschstaus löschen. Nur das ‚Motor Start‘-Signal, das vom Teilnehmer ausgelöst wurde, darf dies bewirken.

## 3.0 Technische Überlegungen

Dieser Abschnitt wird als Anleitung zum Entwurf von AMRTs, die zur Verwendung im F5J-Wettbewerbsumfeld bestimmt sind, zur Verfügung gestellt.

### 3.1 Beschränkung der Einstelloptionen für den Benutzer

Zwar wünschen sich Hersteller aus kommerziellen Erwägungen möglicherweise, AMRTs zu produzieren, die für unterschiedliche Anwendungen anpassbar sind, die installierte Gerätesoftware muss aber beim Einsatz im F5J Wettbewerbsumfeld über angepasste F5J-Funktionalität ohne vom Benutzer einstellbare Optionen verfügen. Das dient dem Zweck, jede Möglichkeit zu fehlerhaftem Verhalten wegen nicht korrekten Einstellungen zu beseitigen.

### 3.2 ISA Berechnung

Druck an einem gegebenen Ort wird durch das Gewicht der darüberliegenden Atmosphäre verursacht. Dieses ändert sich mit Luftdichte, Feuchtigkeit, Schwerkraft und Temperatur. Zusätzlich wird die Temperatur mit zunehmender Höhe geringer. Folglich steht Höhe nicht in direktem Zusammenhang mit dem Druck und es ist eine Art standardisierter Definition notwendig um Instrumente zur Bestimmung der Höhe auf der Basis des Luftdrucks zu ermöglichen.

Die Internationale Standard-Atmosphäre (ISA) nimmt an: einen Druck im mittlerer Meereshöhe von 1013,25 hPa bei einer Temperatur von 15 Grad Celsius, eine festgelegte Temperaturabnahmerate mit der Höhe, eine festgelegte Gravitationskraft und eine gegebene Luftdichte.

Es ist unwahrscheinlich, dass die Bedingungen an irgendeinem Tag dem ISA-Modell entsprechen; eine typische Spanne von 500 hPa kann an einem gegebenen Ort aufgrund der normalen Wetterbedingungen auftreten. Folglich werden beträchtliche Veränderungen von der geografischen Höhe auftreten. Dennoch werden für Luftfahrtanwendungen, einschließlich F5J, alle Instrumente, die in Übereinstimmung mit dem ISA-Standard kalibriert sind und arbeiten, werden dasselbe Ergebnis bringen.

- 3.2.1 In der unteren Atmosphäre (bis zu 12 km), wird die ISA-Beziehung für einen Druck P kann durch folgende Formel beschrieben werden:

$$\text{Höhe} = K1 \times \{1 - (P/Po)^{K2}\} \text{ Meter}$$

mit  $K1 = 44330,76923 \text{ Meter}$

$K2 = 0,190266669$

$Po = 1013,25 \text{ hPa (Isa Druck in Meereshöhe)}$

$K2$  erhält man aus der universellen Gaskonstante, Temperaturabnahmerate, Schwerkraft, Molekularmasse trockener Luft und Temperatur bezüglich des absoluten Nullpunktes

Diese Formel führt zu einem Verhältnis zwischen Druck und Höhe, das durch eine Kurve dargestellt wird, die steiler bei hohem Druck/niedriger Höhe und weniger steil bei niedrigem Druck/großer Höhe ist. Im Höhenbereich von Orten, an denen man auf F5J-Wettbewerbe trifft, ist die Natur der ISA-Beziehung beträchtlich nicht-linear. Der Unterschied in der Druckabnahme für einen 200 Meter Start beginnend in Meereshöhe in Vergleich zu einem Start beginnend in 1500 Meter beträgt ungefähr 14%.

- 3.2.2 Die Berechnung der F5J-,Starthöhe' erfordert die präzise Messung der Differenz zwischen zwei ISA Druckhöhen. Die erste ist die Referenz-Nullwert in Bodenhöhe für die Höhe des Austragungsgeländes. Der zweite ist die größte Höhe, die während der Steigphase des Flugzeugs auftritt.
- 3.2.3 Um für F5J eine ausreichende Genauigkeit zu erhalten, ist die Art der Verarbeitung der Druckdaten durch die Gerätesoftware wichtig. Während idealerweise die ISA-Berechnung durch eine arithmetische Berechnung mit höchster Genauigkeit erfolgen soll, können Verarbeitungszwänge dies unpraktikabel machen. Es ist erlaubt, einen Näherungsalgorithmus für die Emulation der Berechnung zu verwenden, wenn gezeigt werden kann, dass eine angemessene Genauigkeit erhalten bleibt und keine Unstetigkeiten in die ISA-Kurve eingebracht werden.
- 3.2.4 Um die Gesamtgenauigkeit des AMRT in der festgelegten Toleranz zu halten, soll die Genauigkeit der ISA-Berechnung durch die Gerätesoftware im Bereich von plus oder minus 0,5 Meter liegen.
- 3.2.5 Hersteller von AMRTs können nach eigenem Wunsch Drucksensormodule wählen, die über eine eingebaute Druck-zu-Höhe-Umwandlung verfügen. In diesem Fall muss gezeigt werden, dass die Berechnung die Anforderungen an die Genauigkeit über den festgelegten Arbeitsbereich der F5J-Anwendung entspricht.

Anmerkung: In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass Ergebnisse aus Berechnungen, die die Formel der US Standard-Atmosphäre 1976 benutzen, in der unteren Atmosphäre nahe an denen nach der ISA-Formel liegen und als annehmbar über den F5J-Arbeitsbereich angesehen werden.

- 3.2.6 Offset-Fehler des Drucksensors beeinflussen die Berechnung der ‚Starthöhe‘. Da aber die ‚Starthöhe‘ die Differenz zwischen zwei Messungen ist,

### 3.3 Bestimmung Starthöhe

- 3.3.1 Die Bestimmung der ‚Starthöhe‘ erfordert es, dass der AMRT eine Funktion für die Erkennung der Spitze (Höhe) für den Zeitraum ausführt, der bei der Einschaltinitialisierung beginnt und 10 Sekunden, nachdem der Motor gestoppt wurde, endet.
- 3.3.2 Das Anwendungsprogramm für den F5J-Wettbewerb erfordert es, dass die ‚Starthöhe‘ mit der bestmöglichen Genauigkeit bestimmt wird und dass die AMRTs aller Hersteller ähnliche Charakteristiken zeigen sollen.
- 3.3.3 Die Initialisierung nach dem Einschalten und die Bestimmung der Bodenhöhe (Referenz Nullhöhe) soll so durchgeführt werden, dass die für die Stabilisierung des Höhenmessmoduls notwendige Zeit in angemessenem Maß zur Verfügung gestellt wird.
- 3.3.4 Während der Steigphase unterliegt die Dynamik der Bahnkurve schnellen Änderungen und der Durchgang durch den höchsten Punkt kann in einem kurzen Zeitintervall erfolgen. In Punkt 2.3.3 ist die geringste annehmbare Abtastrate für die Erkennung des höchsten Punktes festgelegt. Es ist nicht erlaubt, zusätzliche Filterung oder Glättung in die Gerätesoftware einzubauen, weil dies die Fähigkeit zur genauen Bestimmung des Größtwertes einschränken kann.
- 3.3.5 In das Druckmessmodul eingebaute Oversampling-Funktionen können verwendet werden, unter der Voraussetzung, dass diese so eingestellt sind, dass die Unversehrtheit der bei der festgelegten Abtastrate erhaltenen Werte erhalten bleibt.
- 3.3.6 Druckmessmodule:
  - a) unterliegen Abweichungen je nach Temperatur. Viele Sensorhersteller legen die Einbindung von Temperaturdaten in die Verarbeitung der Druckdaten fest. Die vom Hersteller empfohlenen Verfahren für die Gerätesoftware müssen in die Gerätesoftware des AMRT eingefügt werden.
  - b) können durch starken Lichteinfall auf den Sensorbereich beeinflusst werden, weshalb sie innerhalb des AMRT so montiert werden, dass die Sensorfläche vor starkem Licht abgeschirmt ist.
- 3.3.8 Die in Punkt 2.3.1 angegebene Toleranz für die Genauigkeit ist das erlaubte Maximum, wenn alle möglichen Abweichungen am ungünstigsten liegen. Kein einzelner Faktor soll einen beträchtlichen Teil zu der erlaubten Gesamtabweichung beitragen.

### 3.4 Motorlauf-Timer

- 3.4.1 Die Funktion des Motorlauf-Timers muss mit der in Punkt 2.3.5 festgelegten Genauigkeit arbeiten.
- 3.4.2 Beim anfänglichen Einschalten des AMRT muss der Motorlauf-Timer vor falscher Auslösung während der in Punkt 2.4.c festgelegten Zeitspanne geschützt sein. Nach dieser Zeit muss der Motorlauf-Timer den Betrieb aufnehmen und die Bestimmung der ‚Starthöhe‘ muss beim ersten Mal, wenn das Steuersignal 1,2 Millisekunden überschreitet, eingeleitet werden.
- 3.4.3 Nachdem der Motorlauf-Timer ausgelöst wurde, endet wenn entweder das Steuersignal unter 1,2 Millisekunden zurückgeht oder die abgelaufene Zeit erreicht 30 Sekunden und ein endgültiges Haltsignal muss vom AMRT an den ESC gegeben werden.
- 3.4.4 Der Vorgang der Bestimmung der ‚Starthöhe‘ muss für weitere 10 Sekunden nach dem Augenblick des Motor-Stopp weitergehen.
- 3.4.5 Wenn einmal das endgültige Haltsignal an den ESC ausgegeben wurde, darf das System nicht mehr auf irgendeine weitere Änderung des Motor-Stopp-Signals reagieren.
- 3.4.6 Eingeringes Maß an Hysterese ist bei der Erkennung des 1,2 Millisekunden Motorsteuersignals erlaubt, um Fehlfunktionen durch Steuersignal-Jitter auszuschließen
- 3.4.7 Überwachung der Zeitgeberfunktion wird mit Hilfe der angezeigten Informationen erreicht, wie in den Punkten 2.4.a) – g) beschrieben.

### 3.5 Erhalt der Starthöhenanzeige

- 3.5.1 Im normalen Wettbewerbsumfeld wird die ‚Starthöhe‘ sofort nach der Landung des Flugzeugs ohne Trennung der Stromquelle vom System abgelesen.
- 3.5.2 Es besteht die Erfordernis, dass der AMRT den Wert der ‚Starthöhe‘ speichert, wenn die Stromversorgung entfernt ist. Der Hauptgrund dafür ist der Zweck angezweifelte Auflösungen abzulesen und mögliche Untersuchungen des AMRT getrennt vom Einbau im Flugzeug.
- 3.5.3 Die Löschung des gespeicherten ‚Starthöhen‘-Wertes darf nur nach dem in den Punkten 2.4.a) - g) festgelegten Verfahren erfolgen.

### 3.6 Überlegungen zum Display

- 3.6.1 Die Darstellung der Anzeige soll Zeichen verwenden, die bei normalen Höhe des Umgebungslichts im Freien leicht lesbar sind. Es ist nicht hinnehmbar, wenn der Kontrast eingestellt werden muss, um zu den Umgebungsbedingungen zu passen.
- 3.6.2 Die Zeichenhöhe soll so sein, dass keine optischen Hilfen außer einer normalen Brille notwendig sind, um die Werte zu beobachten.
- 3.6.3 Die Form der numerischen Schriftart muss unzweideutig sein. Bei einigen Schriftarten kann es für Hersteller notwendig sein, die durchgestrichene Zahl Null durch den Großbuchstaben ‚O‘ zu ersetzen, um Verwechslungen mit der Zahl 8 zu vermeiden.

### 3.7 Drehzahlsteller (Electronic Speed Controller ESC)-Kompatibilität

Es gibt keinen festgelegten Standard für die Art und Weise wie ESCs (electronic speed controllers) sich auf den Bereich der Motorsteuersignale einstellen. Zusätzlich erlauben es programmierbare Sender dem Benutzer, die Motorsteuersignale auf jeden Wert innerhalb des programmierbaren Bereichs einzustellen.

- 3.7.1 Kommerzieller Druck wird die AMRT-Hersteller dazu ermutigen, ihr Produkt so zu konfigurieren, dass sie mit der Mehrheit der verfügbaren ESC-Geräte arbeitet.
- 3.7.2 Die F5J-Spezifikation der ‚Motor-Ein‘-Schwelle von 1,2 Millisekunden wurde gewählt, weil sie mit der meisten bekannten Ausrüstung verträglich ist; der korrekte Betrieb von jeder Kombination von Sender, Empfänger und ESC kann aber nicht garantiert werden.

### 3.8 Steckverbinder-Kompatibilität

- 3.8.1 Es gibt AMRTs, die die Forderung nach umhüllten Steckverbindern nicht in vollem Maße erfüllen. Während die Anordnung blanker Stifte für viele andere Anwendungen annehmbar sein kann, erfordert es das F5J-Wettbewerbsumfeld, dass Offizielle der Veranstaltung die Ausrüstung der Teilnehmer zum Zweck der Überprüfung handhaben. Deshalb besteht die Möglichkeit, dass unbeabsichtigte Beschädigungen verursacht werden. Aus diesem Grund wurde die Verwendung von umhüllten Steckverbindern vorgeschrieben. Es ist zulässig ein Verlängerungskabel zu ergänzen, um

der Forderung nach umhüllten Steckverbindern zu entsprechen, unter der Voraussetzung, dass sie mechanisch an der Verbindung zum AMRT so zurückgehalten werden, dass sie nicht unbeabsichtigt entfernt werden können.

- 3.8.2 Wenn die Anzeige für die Werte abnehmbar ist, muss der AMRT-Hersteller sicherstellen, dass für den Fall des Einsatzes eines nicht polarisierten Steckverbinders falsches Einstecken keinen Schaden an AMRT oder Anzeige verursachen kann.

## **4.0 Wettbewerbsinformation**

### **4.1 Einbau-Umgebung**

- 4.1.1 Der Einbau und die Funktion des AMRT, der Sender und seine Programmierung, Empfänger und ESC liegen einzig in der Verantwortung des Teilnehmers, der sicherstellen muss, dass sie auf die korrekte Art zusammenarbeiten, wie von den Wettbewerbsregeln gefordert.
- 4.1.2 Der AMRT muss so eingebaut werden, dass er vor anderen Druckschwankungen als der Änderung des Atmosphärendrucks, die aus der Höhe des Modells über der Bodenhöhe resultiert, geschützt ist.
- 4.1.3 Der AMRT muss im Innern des Modells in dem Zustand, wie er vom Hersteller geliefert wurde, platziert werden. Der Gebrauch irgendeiner Methode, die zu irgendeiner Zeit den barometrischen Druck verändert, ist verboten.
- 4.1.4 Angemessene Belüftung muss vorhanden sein, damit jede ungleichmäßige Druckverteilung im Modell an der Stelle, an der der AMRT eingebaut ist, minimiert wird.
- 4.1.5 Der ESC muss immer über seine Serienschaltung mit dem AMRT arbeiten und nicht in direkter Verbindung mit dem Empfänger.
- 4.1.6 Wenn die Anzeige integraler Bestandteil des AMRT ist, muss der AMRT so eingebaut sein, dass sie ohne weiteres zum Ablesen der Werte zugänglich ist.
- 4.1.7 Wenn die Anzeige kein integraler Bestandteil des AMRT ist, muss die Anschlussstelle für die Anzeigeeinheit ohne weiteres für den Anschluss der Anzeigeeinheit zum Ablesen der Werte zugänglich sein.
- 4.1.8 Der AMRT des Teilnehmers muss so eingebaut werden, dass er jederzeit während des Wettbewerbs leicht aus dem Modell zum Zweck der Überprüfung entfernt werden kann.
- 4.1.9 Die Steckverbinder, die den AMRT mit dem Empfänger verbinden, müssen leicht zugänglich sein, damit auf Verlangen des Wettbewerbsleiters ein Prüf-AMRT mit entsprechenden Verbindungen angeschlossen werden kann. Ein solcher Prüf-AMRT dient dazu, die ‚Starthöhe‘ zu überprüfen, wobei die normale Funktion der Einbauten des Teilnehmers erhalten bleibt.
- 4.1.10 Wenn ein Teilnehmer zusätzliche Verlängerungskabel für den Einsatz einer abnehmbaren Anzeige einbaut, liegt es in der Verantwortung des Teilnehmers, dass die Einhaltung von Abschnitt 3.8.2 sichergestellt wird.

## **5.0 Nachprüfung des AMRT**

Dieser Abschnitt beschreibt im einzelnen Verfahren für die Nachprüfung des Betriebs von zugelassenen AMRTs zum Gebrauch im F5J-Wettbewerbsumfeld. Er wird als Leitfaden für sowohl Teilnehmer als auch Wettbewerbsveranstalter zur Verfügung gestellt.

### **5.1 Zweck der Nachprüfung**

Bei allen AMRTs, die bei einem F5J-Wettbewerb eingesetzt werden, besteht die Notwendigkeit, dass sie von einem zugelassenen Typ sind. Das Verfahren der Nachprüfung dient dazu sicher zu stellen, dass kein einzelner AMRT in einer Art funktioniert, die unterschiedlich zu anderen im Wettbewerb verwendeten ist. Dazu werden Vergleichsverfahren für die Nachprüfung der ‚Starthöhe‘ eingesetzt anstatt der Erfordernis Messungen der absoluten Genauigkeit zu unternehmen.

### **5.2 Verfahren der Nachprüfung**

#### **5.2.1 Version der Gerätesoftware**

Ein AMRT mit angeschlossener Anzeige zeigt unmittelbar nach Anlegen der Versorgungsspannung für 3 Sekunden die Version der Gerätesoftware an.

### 5.2.2 Abfolge der Arbeitsschritte

Für dieses Verfahren muss der AMRT mit Spannung, einem Steuersignal und einem Mittel zur Überwachung des ‚Motor-An/Stopp‘-Steuersignal, das dem ESC zur Verfügung gestellt wird, versorgt werden. Ein Anzeige-Modul muss angeschlossen sein.

Obwohl dieses Verfahren auf einen kompletten Flugzeugeinbau anwendbar ist, aus Gründen der Sicherheit und wenn der AMRT nachgeprüft wird, soll er aus dem Flugzeug entfernt und unabhängig geprüft werden.

Das Verfahren ist wie folgt:

- a) Mit dem Steuersignal auf ‚Motor-Aus‘, lege Spannung an den AMRT an. Nach dem ersten Anzeigen der Version der Gerätesoftware zeigt die Anzeige entweder eine vorher gespeicherte ‚Starthöhe‘ oder eine Folge von Strichen. Das ESC-Signal ist im Status ‚Motor Stopp‘.
- b) Wenn eine Folge von Strichen angezeigt wird, wenn zu ersten Mal Spannung angelegt wird, ist es notwendig, die Schritte c) und d) auszuführen, um eine ‚Starthöhe‘ zu setzen.
- c) Lege einen ‚Motor-Ein‘-Befehl an und hebe den AMRT auf eine niedrige Höhe. Lege nach einer kurzen Zeit einen ‚Motor-Aus‘-Befehl an. Die Anzeige zeigt ab der Zeit des ‚Motor-Ein‘-Befehls bis 10 Sekunden nach dem ‚Motor-Aus‘-Befehl eine Folge von Strichen an. Während dieser Abfolge folgt das ESC-Signal dem Befehls-Signal.
- d) Nach Verstreichen von 10 Sekunden zeigt die Anzeige den Wert einer niedrigen Höhe an.  
*Anmerkung: Der angezeigte Wert kann durch örtliche Luftbewegung beeinflusst werden.*
- e) Entferne Spannungsversorgung. Warte ungefähr 30 Sekunden und dann, mit angelegtem ‚Motor-Aus‘-Befehl, lege erneut Spannungsversorgung an. Nach der Anzeige der Version der Gerätesoftware wird dieselbe niedrige Höhe, wie unter d) gespeichert, angezeigt.
- f) Lege an und halte einen ‚Motor-Ein‘-Befehl. Die Anzeige zeigt sofort eine Folge von Strichen und das ESC-Signal wird ‚Motor-Ein‘.
- g) 30 Sekunden nach dem ‚Motor-Ein‘-Befehl wechselt das ESC-Signal auf ‚Motor-Aus‘. Hebe den AMRT für ungefähr zwei Sekunden auf eine niedrige Höhe, um ein Höhenmaximum zu simulieren.
- h) 10 Sekunden nachdem das ESC-Signal ‚Motor-Aus‘ wurde, zeigt die Anzeige einen niedrigen Höhenwert.
- i) Lege einen ‚Motor-Aus‘-Befehl an.
- j) Mit angelegter Spannungsversorgung lege einen weiteren ‚Motor-Ein‘-Befehl an. Das ESC-Signal bleibt auf ‚Motor-Aus‘ und der AMRT bleibt im selben Zustand.
- k) Wiederhole Schritte e) bis h), aber anstatt bei Schritt g) 30 Sekunden zu warten, lege einen ‚Motor-Aus‘-Befehl nach ungefähr 10 Sekunden an, der Ursache ist, dass das ESC-Signal ‚Motor-Stopp‘ wird. Das Ergebnis des ‚Motor-Stopp‘ soll wie h) und j) sein.

### 5.2.3 Erkennung der ‚Starthöhe‘

Nachprüfung des Wertes der gemessenen ‚Starthöhe‘ erfordert den Gebrauch einer ‚Vakuum‘-Kammer. Eine solche Kammer besteht aus einem luftdichten Behälter, aus dem Luft herausgezogen werden kann, um Unterdruck zu erzeugen. Luft entsprechend etwa 3% des Kammervolumen muss in 15 bis 20 Sekunden evakuiert werden, um einen typischen Modell-Steigflug zu simulieren. Am Ende der Steigflugsimulation ist ein leichter Druckanstieg notwendig, um den Übergang zum Gleitflug zu emulieren.

Für den Zweck der Nachprüfung ist es nur notwendig, die Tests beginnend mit dem örtlichen Umgebungsdruck auszuführen. Leichte Undichtigkeiten der Kammer sind annehmbar und hilfreich für die Gleitflugsimulation.

Innerhalb der Kammer sind Einrichtungen für die Versorgung mit Strom und gleichzeitigen Steuersignalen an eine Anzahl von AMRTs notwendig.

Ein bekannter, guter AMRT (vorzugsweise mit zertifizierter Kalibrierung) wird als Referenz verwendet, mit dem andere AMRTs verglichen werden.

Das Verfahren ist wie folgt:

- a) Platziere das/die zu testende/n Gerät/e zusammen mit dem Referenzgerät in der Kammer.
- b) Anzeigemodule können angeschlossen werden, bevor oder nachdem das Gerät der Druckänderung ausgesetzt wurde.



- c) SchlieÙe die Kammer und warte eine kurze Zeit, damit sich der Druck stabilisiert. (Wegen der durch die Handhabung verursachten Temperaturdifferenzen können Abweichungen entstehen.)
- d) Mit dem Motorbefehl aus ‚Motor Aus‘, lege die Spannungsversorgung an die AMRTs an. Dies bewirkt, dass die Referenz-Nullhöhe von den AMRTs ermittelt wird.
- e) Lege einen ‚Motor Ein‘-Befehl an.
- f) Verringere den Druck in der Kammer mit einer angemessenen Geschwindigkeit, um einen Steigflug auf ungefähr 150 Meter zu simulieren.
- g) Lege einen ‚Motor-Stopp‘-Befehl an und lasse sofort den Druck zunehmen, um ein Sinken im Gleitflug zu simulieren.
- h) Warte wenigstens 10 Sekunden.
- i) Beobachte ‚Starthöhe‘-Werte aller AMRTs.
- j) Werte die Ergebnisse durch Vergleich mit den bekannten, guten AMRT aus.

Jeder AMRT, der mehr als plus oder minus 1,25 Meter vom Prüf-AMRT abweicht, soll weiter untersucht werden.

Anmerkung: Die in Sektion 2 festgelegte Gesamt toleranz für die absolute Genauigkeit ist der Wert für den schlechtesten Fall, wenn alle möglichen Abweichungen berücksichtigt werden.

(Der Wert 1,25 Meter kann geändert werden, wenn mehr Erfahrungen im Wettbewerbsumfeld vorliegen.)

Wenn als notwendig angesehen, wiederhole den Vorgang und simuliere dabei andere Steighöhen.

## 6.0 Leitfaden für Wettbewerbsveranstalter zum Einsatz von Prüf-AMRTs

Wettbewerbsregeln erlauben es den Wettbewerbsveranstaltern, zu jeder Zeit im Wettbewerb stichprobenartige Prüfungen der Ausrüstung des Teilnehmers durchzuführen. Eine Möglichkeit dazu kann die Verwendung eines Prüf-AMRTs sein, der im Flugzeug des Teilnehmers für einen Wettbewerbsflug eingebaut wird. Punkt 4.1.9 legt fest, dass die entsprechenden Steckverbinder im Flugzeug zugänglich sein müssen.

### 6.1 Einsatz von Prüf-AMRTs im Flugzeug des Teilnehmers

- 6.1.1 Ein Prüf-AMRT kann am Steuersignaleingang eines AMRTs mittels eines Y-Kabels angeschlossen werden. Dies erlaubt dem Prüf-AMRT auf die Motorsteuersignale zu reagieren und seine eigene ‚Starthöhen‘-Messung des Fluges auszuführen.

Die Stärke und Qualität des Y-Kabels müssen so beschaffen sein, dass sie die Leistung der eigenen Einbauten des Teilnehmers nicht negativ beeinflussen.

- 6.1.2 Die ‚Starthöhe‘, wie sie vom Prüf-AMRT festgestellt wurde, soll mit dem Wert, der vom AMRT des Teilnehmers gewonnen wird, weitgehend übereinstimmen.

Mit Rücksicht auf Abweichungen in der Druckverteilung innerhalb des Flugzeugs, wird eine Übereinstimmung innerhalb plus oder minus 2,0 Meter als annehmbar angesehen.

Anmerkung: Der Wert 2,0 Meter kann geändert werden, wenn mehr Erfahrungen im Wettbewerbsumfeld vorliegen.

## 7.0 Zulassungsverfahren

### 7.1 Prüfliste der zu verifizierenden Merkmale bei der Bewertung der Einhaltung

- a) Anzeige der Version der Gerätesoftware
- b) Abfolge der Arbeitsschritte (wie in 5.2.2)
- c) Erhalt des Starthöhen-Wertes, wenn Versorgung entfernt.
- d) Genauigkeit der Abfrage des Motor-Ein-Impulses.
- e) Genauigkeit der Zeitnahme des Motorlaufs.
- f) Genauigkeit der 10-Sekunden-Zeitspanne nach Motorabschalten.
- g) Genauigkeit der ISA- Berechnung über den vollen Bereich des Umgebungsdrucks.
- h) Genauigkeit der Starthöhenbestimmung über den Bereich der Starthöhen.
- i) Dynamisches Verhalten der Starthöhenbestimmung.

- j) Einfluss von Temperaturänderungen auf die Genauigkeit der Starthöhe.
- k) Verhinderung des Motor-Neustarts.
- l) Klarheit und Lesbarkeit der Anzeige.
- m) Nachprüfung, dass jedes zusätzliche Merkmal, das nicht von der Spezifikation gefordert wird (zB. Taster an der Anzeige, Flugdatenaufzeichnung), den wesentlichen Betrieb des Gerätes nicht beeinflusst.

## 7.2 Einreichung von AMRTs zur Zulassung

Die CIAM setzt eine Arbeitsgruppe ein, um die Verantwortung für das Zulassungsverfahren zu übernehmen. Die Dienste eines technischen Experten können für die Durchführung der Praxistests im Auftrag der Arbeitsgruppe in Anspruch genommen werden.

Weitere Einzelheiten werden zu gegebener Zeit beraten, zusammen mit den speziellen Erfordernissen für die Vorstellung von Geräten zur Zulassung.

Für die Zulassung eingereichte Geräte müssen dem normalen Produktionsstandard entsprechen und die Gerätesoftware in der Version enthalten, die bewertet werden soll.

Unterstützende Unterlagen muss das Datenblatt des Sensorherstellers zum Drucksensor mit besonderem Bezug auf Langzeitdrift und Charakteristik der Temperaturabweichungen einschließen.

Zusätzliche unterstützende Unterlagen können auf Aufforderung des technischen Experten, der die Prüfung im Auftrag der CIAM-Arbeitsgruppe durchführt, angefordert werden.

Zulassung, wenn erteilt, bezieht sich auf eine bestimmte Hardware/Gerätesoftware-Kombination. Jede nachfolgende Veränderung an Hardware oder Gerätesoftware muss dem CIAM-Unterausschuss mitgeteilt werden und alle Erfordernisse für die Fortschreibung der vorher erteilten Zulassung werden mitgeteilt.

## 7.3 Widerruf der Zulassung

- 7.3.1 Der Zulassungsstatus eines zugelassenen AMRTs kann widerrufen werden, wenn Widersprüche im Verhalten weiterer Exemplare des AMRT gefunden werden.
- 7.3.2 Wenn nach Erteilung einer Zulassung die Wettbewerbsregeln so geändert werden, dass die technische Spezifikation des AMRT betroffen ist, wird die Gültigkeit der AMRTs auf der Zulassungsliste einer Prüfung unterzogen.