

SALT-3R

Sport **A**ltimeter + **L**anding **T**ool **R**edesign

Produktbeschreibung

Version 0.50
14.Mai 2005

1 Einleitung

Nachdem sich die alte SALT-3 Serie seit etwa 2 Jahren beweisen durfte, folgt nun eine verbesserte Version mit dem Namen SALT-3R (R = Redesign).

Als neues Familienmitglied gibt es nun den Micro, der 1 Auslösung besitzt und den Tiny ersetzt. Er ist speziell auf den Einsatz in kleinen Wettbewerbs Modellraketen ausgelegt.

Die Hardware der neuen LCD- und Standard Version wurde im Ein- und Ausschaltverhalten verbessert, was zur Folge hat, daß zwischen dem Aus- und erneuten Einschalten keine Wartezeit mehr zu berücksichtigen ist.

Ich hoffe, daß ich damit mein Ziel erreichen konnte und der SALT noch zuverlässiger arbeiten wird und einfacher zu handhaben ist.

2 Allgemeines

2.1 Prinzip

Die Höhenbestimmung des SALT-3R basiert auf der Messung des Luftdruckunterschiedes zwischen dem Wert am Boden und des höchsten, erreichten Punktes. Durch Einbeziehung der Lufttemperatur (im Schatten auf Startplatzhöhe) konnte die Meßgenauigkeit noch einmal gesteigert werden. Höhen bis zu 800m können typisch mit 0,5% Genauigkeit bestimmt werden. Bei größeren Höhen sollte der Meßfehler unter 1% bleiben. Im Fall einer Inversionslage oder während starker Wetteränderungen ist prinzipbedingt mit einem größeren Meßfehler zu rechnen.

2.2 Neue Funktionen

2.2.1 Firmware

Die neue Firmware bietet einen erweiterten Funktionsumfang. Hier die wichtigsten Änderungen:

- Auswahl zwischen 1, 2, 4 oder 8 Datensätzen im Flugkontroll- und Flugschreiber Modus
- Flugschreiber Modus mit 300/60 und 30 Meßwerten/min
- automatisch ablaufender Zündertest zur Überprüfung des Fallschirmauswurfs
- Verzögerungszeit für automatische Starterkennung ► *Zusammenbauzeit*
- genauere Höhenbestimmung ► *Berücksichtigung polytrope Atmosphäre* ► *Lufttemperatur*
- automatisches Beenden der Aufzeichnung bei erkannter Landung (im Flugkontroll Modus)

2.2.2 Hardware

Die LCD- und Standardversion besitzen nun einen Reset Baustein, der zu einem zuverlässigeren Ein- und Ausschaltverhalten führt. Selbst prellende Schalter spielen keine Rolle mehr und nach dem Ausschalten ist keine Wartezeit bis zum nächsten Einschalten einzuhalten.

Im Micro wurde aus Platzgründen auf dieses Hardwaremerkmal verzichtet. Deshalb sind bei seiner Anwendung nach wie vor zwischen dem Aus- und erneuten Einschalten mindestens 5 Sekunden Wartezeit einzuhalten.

Der Datenspeicher der LCD Version wurde gegenüber dem Vorgänger auf das 16-fache erhöht. Somit sollten jetzt alle Wünsche nach einer höheren Aufzeichnungsdauer befriedigt sein.

Ebenfalls neu ist der Flugschreiber Modus, der die Meßwerte nur aufzeichnet, sie aber nicht bewertet. Dieser Modus ist für den Raketenflug ungeeignet, dürfte aber für Raketengleiter sehr interessant sein.

3 Schnell Anleitung

Zur Verdrahtung des SALT ist das Kapitel Stromversorgung peinlich genau zu befolgen!

3.1 Zünderprüfung nach dem Auspacken

Vor dem ersten Einsatz des SALT ist die Funktion der Zünderansteuerung zu überprüfen. Dazu ist folgendermaßen vorzugehen:

- SALT einschalten und erst danach die Zünder anschließen (Zünder sind so abzudecken, daß SALT und Anwender vor Funken geschützt sind)
- Über die Windows Software SALT auf automatischen Zündertest einstellen
- SALT ausschalten und 5 Sekunden warten (beim SALT-3R LCD- und Standard ist keine besondere Wartezeit notwendig)
- SALT einschalten
- Der SALT signalisiert den Testmode durch einen ca. 40 Sekunden dauernden periodisch anschwellenden Ton
- Mehrere lange Töne kündigen die unmittelbar bevorstehende Auslösung der Zünder an
- 1 Sekunde nach der ersten Auslösung folgt die Ansteuerung des zweiten Zünder (sofern vorhanden)

Achtung:

Dieser Testmode darf am Ende nicht durch ein vorzeitiges Ausschalten des SALTs abgebrochen werden, da sich der SALT selbständig auf den Flugkontrollmodus zurücksetzt und dazu den EEPROM beschreiben muß.

Das heißt, nach dem Auslösen des letzten Zünders muß der SALT mindestens noch 1 Sekunde eingeschaltet bleiben.

Sollten die Zünder nicht auslösen, ist der Hersteller zu benachrichtigen und der SALT unter keinen Umständen zu benutzen.

3.2 Flugkontroll Modus

Der SALT ist ordentlich und stabil (siehe Kolbeneffekt!) in das Modell einzubauen und die Stromversorgung entsprechend der Vorschrift zu verdrahten.

Zur Druckentlastung sind die Bohrungen gemäß den Angaben in das Körperrohr zu bohren.

Im Auslieferungszustand ist der SALT folgendermaßen vorkonfiguriert:

- Speicheraufteilung auf 4 Flüge (ca. 50 Sekunden Aufzeichnungsdauer pro Flug)
- Flugkontrolle für Raketen
- 21 Grad Lufttemperatur im Schatten
- schwache Windgeschwindigkeit
- Apogäumsauswertung in den ersten 2 Sekunden gesperrt
- Zusammenbauzeit ausgeschaltet
- Ortungspiepser eingeschaltet
- letzte Flughöhe morsen ausgeschaltet
- Mindesthöhe für Hauptfallschirm: 100m
- Maximale Fallgeschwindigkeit: 16 m/s
- Timer abgeschaltet

Wenn diese Parameter den eigenen Anforderungen nicht entsprechen, sind sie über die Windows Software entsprechend anzupassen. Dazu ist folgendermaßen vorzugehen:

- SALT im ausgeschalteten Zustand über den COM-Adapter mit der seriellen Schnittstelle des PCs verbinden
- Stromversorgung einschalten
- Windows Anwendungs Programm aufrufen
- Zustand des SALTs abfragen
- Im Countdown Bildschirm Betriebsart und Parameter einstellen
- SALT ausschalten

Die eingestellten Parameter bleiben solange im nichtflüchtigen Speicher erhalten, bis sie durch neue Werte überschrieben werden. Bei jeder Initialisierung werden die Flugdaten in eine Datei gesichert, da sie nach der Initialisierung nicht mehr zugänglich sind.

Wenn der Speicher voll ist, bleibt die Flugkontrolle aktiv, die Flugdaten werden aber nicht mehr aufgezeichnet.

3.2 Feldeinsatz

Vor einem Flug ist der SALT einzuschalten und das Auspiepsen (LED beim Micro) der Zündenzustände zu beachten. Ein kurzer Ton signalisiert den Durchgang eines Zünders, ein langer Ton, daß kein Zünder erkannt wurde. Der erste Ton ist dem 1. Fallschirm (Apogäum) zugeordnet, der Zweite dem 2. Zünder (Hauptfallschirm).

Wenn die Zusammenbauzeit deaktiviert ist, geht der SALT sofort in die automatische Starterkennung über, andernfalls erst nach Ablauf dieser Zeit. Die automatische Starterkennung wird durch einen kurzen Ton (beim Micro kurzes Blinken der LED) signalisiert, der sich im Abstand von 6 Sekunden ständig wiederholt.

Nach jedem Flug ist der SALT auszuschalten. Dabei ist zu beachten, daß er sich in den ersten 8 Sekunden nach einer Landung in der Landeerfassungsphase befindet, in der er nicht abgeschaltet werden darf. Sobald der Ortungspiepsen zu hören ist, ist das Abschalten aber gefahrlos möglich.

Unabhängig vom Zustand des Aufzeichnungsspeichers wird die zuletzt erreichte Höhe immer permanent abgespeichert. Je nach Einstellung und Hardware steht sie dann auf dem Display und/oder wird nach dem Einschalten über den Piepsen oder die LED ausgemorst.

Zum Auslesen der aufgezeichneten Flugkurve ist der SALT wie oben beschrieben, mit dem PC zu verbinden.

Nach dem Starten der Windows Software ist wiederum als erstes die "Zustandsprüfung" aufzurufen und darin der Menüpunkt "Lesen" anzuklicken.

Daraufhin werden die Daten vom SALT an den PC übertragen. Über den Menüpunkt "Grafik" werden die Flugkurve und weitere Daten dargestellt.

Die Beschreibung der Anwendungs Software gibt nähere Auskunft.

Wenn alle Datensätze beschrieben sind oder Parameter geändert werden sollen, ist der SALT jeweils neu zu initialisieren.

Falls die Parametern gleich bleiben, können die alten Werte aus dem Countdown Bildschirm über die Enter Taste übernommen werden.

4 Funktionsbeschreibung

4.1 Flugkontrollmodus

Nachdem die Flugparameter mit Hilfe der Countdown Software (siehe Bedienanleitung) programmiert wurden, ist der SALT auszuschalten. Vor einem erneuten Einschalten sind mindestens 5 Sekunden zu warten (keine Wartezeit beim SALT-3R LCD und Standard).

Nach dem Einschalten befindet sich der SALT für kurze Zeit in einem Selbsttest.

Wenn die „Zusammenbauzeit“ eingestellt ist, wartet der SALT ca. 45 Sekunden bevor er sein Programm fortsetzt.

Daraufhin erfolgt die Überprüfung der Zünder und die Ausgabe der letzten Flughöhe (falls sich eine Kurve im Speicher befindet). Je nach Modell erfolgt die Zustands- und Höhenausgabe über LCD, Piezosummer oder LED. Die Ausgabe per Morse-Signale ist sperrbar.

Im Anschluß daran befindet sich der SALT in der automatischen Starterkennungsphase. Wird das Abheben vom SALT erkannt, tritt die nächste Phase in Aktion.

Unter Berücksichtigung der eingestellten Schutzzeit überwacht der SALT, ob der Gipfelpunkt erreicht ist. Diese Erkennung ist weitgehend fehlertolerant implementiert, so daß kurzfristige Anomalien in der Aufstiegsphase nicht zu einem vorzeitigen Auswurf des 1. Fallschirms führen.

Wenn sicher feststeht, daß der höchste Punkt und die Schutzzeit überschritten ist, aktiviert der SALT den Apogäumszünder und setzt eine Marke in die Aufzeichnungsdaten. Im Auswertebildschirm oder der Protokolldatei der Anwendungs Software findet man die Marke wieder. Hinweis: Diese Marke entspricht nicht dem Gipfelpunkt, sondern markiert den Auswurfzeitpunkt des ersten Fallschirms.

In der Landephase überwacht der SALT mehrere Parameter. An erster Stelle ist hier der Variometer zu nennen. Er bewirkt bei einem Versagen des ersten Fallschirms, daß der zweite Fallschirm, soweit vorhanden, ausgeworfen wird, bevor eine zu hohe Sinkgeschwindigkeit auftritt.

Falls der Variometer nicht bereits den Hauptfallschirm ausgeworfen hat, wird noch die Mindesthöhe überwacht. Sobald die Rakete diese Höhe erreicht hat, findet die Auslösung des Hauptfallschirms statt. Auch diese Ereignisse werden protokolliert.

Im hügeligen Gelände ist zu beachten, daß der Landepunkt deutlich höher liegen kann als der Startplatz. Die Minimalhöhe muß deshalb auf einen höheren Wert eingestellt werden als die höchste zu erwartende Landeplatzhöhe und außerdem ist die Zeit bis zur vollständigen Öffnung des Fallschirms einzukalkulieren.

Die Einstellung der Mindesthöhe dient noch einem weiteren Zweck. Wenn keine Aufzeichnung stattfindet, ist dies das Kriterium für den Ortungspiepser, seine Arbeit aufzunehmen. Der Ortungspiepser sendet mit einer Periode von 5 Sekunden 2 kurz aufeinanderfolgende Töne von je 0,1 Sekunde Dauer.

Nach dem Auswurf des Hauptfallschirmes und der Beendigung der Aufzeichnung stellt der SALT-3 automatisch den nächsten freien Datensatz ein, sofern noch Aufzeichnungsspeicher verfügbar ist, kopiert die Ergebnisse aus einem Zwischenspeicher in den nichtflüchtigen Speicher und geht anschließend in den Stromspar Modus. Wie tief dieser ausfällt, hängt davon ab, ob der Ortungspiepser freigegeben ist oder nicht. Bei gesperrtem Ortungspiepser wird ein tiefer, andernfalls ein mittlerer Stromsparmodus eingestellt.

In den Flugkontrollmode kommt man ausschließlich dadurch zurück, daß der SALT aus- und wieder eingeschaltet wird.

Achtung: Der SALT erkennt eine Landung automatisch, dafür benötigt er aber einige Sekunden Zeit. Schaltet man den SALT während dieser Landeerkenkung aus, so kann der Datensatz nicht korrekt zu Ende geschrieben werden. In der Auswerte Software erfolgt dann die Fehlermeldung, daß keine ordnungsgemäßen Daten vorliegen. Um diesen Zustand zu vermeiden ist darauf zu achten, daß der Ortungspiepser arbeitet. Dies ist ein sicheres Zeichen dafür, daß der SALT ausgeschaltet werden darf.

Nach dem nächsten Einschalten der Stromversorgung verhält sich der SALT wieder so wie oben beschrieben.

4.2.1 Einzelfunktionen

- **automatische Starterkennung**

Der SALT erkennt automatisch den Start des Raketenmodells. Innerhalb der Starterkennung findet permanent eine automatische Nullpunktjustage statt. Damit ein Start erkannt wird, muß sich das Modell nach 2 Sekunden auf einer Mindesthöhe von 24m in der empfindlichen bzw. 44m in der unempfindliche Einstellung befinden. Sollte diese Bedingung nicht erfüllt sein, wird die Zustandskontrolle rückgesetzt.

Starker, böiger Wind kann die Starterkennung ungewollt ansprechen lassen. Bei mehr als 4 Windstärken sollte deshalb nicht mehr gestartet werden. Falls dies unumgänglich ist, muß der SALT unbedingt auf die unempfindliche Starterkennung eingestellt sein.

- **Apogäumserkennung**

Die Apogäumserkennung ist so realisiert, daß erst 2 aufeinanderfolgende, gleichbleibende oder sinkende Höhen die Auslösung des ersten Fallschirms bewirken. Anomalien in der Aufstiegsphase, die weniger als 0,4 Sekunden dauern, führen demgemäß nicht zu einer unbeabsichtigten Auslösung.

Mit der weiter unten beschriebenen, programmierbaren Schutzzeit ist eine weitere Absicherung möglich.

- **Variometer**

Der Variometer stellt eine intelligente Überwachungsfunktion des SALT-3 dar, die immer dann aktiv wird, wenn sich der Vorfallschirm nicht oder nur unvollständig geöffnet hat und die Sinkgeschwindigkeit einen für den Fallschirmauswurf unzulässigen Wert anzunehmen droht. Sobald die Rakete die programmierbare Sinkrate überschreitet, wirft der SALT-3 den

zweiten Fallschirm aus. Die einstellbaren Werte dürfen zwischen 10 und 50 Meter Höhendifferenz pro Sekunde liegen und können in 2m-Schritten eingegeben werden. Durch die Eingabe „0“ ist diese Funktion ausschaltbar.

- **Mindesthöhe**

Der SALT-3 überwacht, ob in der Landephase die programmierbare Mindesthöhe erreicht wurde. Wenn dies der Fall ist, löst der zweite Fallschirm aus, sofern das nicht bereits durch den Variometer oder Timer geschehen ist. Die Höhe ist aus Sicherheitsgründen erst ab 30 m einstellbar. Als maximaler Wert ist 1000m möglich. Die Schrittweite beträgt 10m.

Hinweis: Wenn keine Aufzeichnung stattfindet und der Ortungspiepser freigegeben ist, wird dieser mit dem Erreichen der Mindesthöhe eingeschaltet.

Achtung: Die Mindesthöhe ist aus Sicherheitsgründen ausreichend hoch einzustellen wenn damit Signalmittel ausgelöst werden sollen. Anderfalls kann eine am Boden auftreffende Leuchtkugel einen Brand auslösen oder Zuschauer verletzen.

- **Timer**

Der Timer spielt für den SALT-3R eine untergeordnete Rolle, da er in keiner Weise auf unvorhersehbare Ereignisse reagieren kann. Sinnvoll ist diese Funktion ausschließlich zur Initialisierung von Signalmitteln und sollte auch darauf beschränkt bleiben. Der Anwender hat die volle Verantwortung für alle Einstellungen. Es gibt keine Plausibilitätsprüfung und der Timer hat über allen anderen Ereignissen Priorität. Lediglich innerhalb der Schutzzeit bleibt er unwirksam. Von 5 bis 51 Sekunden sind im Abstand von 0,2 Sekunden alle Werte einstellbar. Beim Ablauf des Timers erfolgt die Ansteuerung des Zünders 2, an dem üblicherweise die Hauptfallschirmladung angeschlossen ist.

Durch den Wert 0 ist die Timerüberwachung abschaltbar.

- **Schutzzeit**

Während der Schutzzeit findet keinerlei Bewertung von Meßergebnissen statt. Die Schutzzeit beginnt mit dem Abheben der Rakete und endet nach dem Ablauf der eingestellten Zeit. In der Startphase ist es besonders wichtig, daß Druckänderungen im Raketenkörper nicht zu einer verfrühten Gipfelpunkterkennung führen. Solche Effekte könnten entstehen, wenn die Luftsäule im Raketengehäuse stark beschleunigt wird oder dünnwandige Körperrohre durch die Beschleunigung verformt werden. Die auftretenden Druckunterschiede könnten im ungünstigsten Fall als Gipfelpunkt Durchgang gewertet werden, was den Auswurf des Vorfallschirms nach sich ziehen würde.

Die Schutzzeit kann aber auch als MACH-Delay verwendet werden. Bei Fluggeschwindigkeiten ab 0,8 MACH funktioniert die barometrische Druckauswertung nicht mehr zuverlässig. Die Sperrzeit ist so zu wählen, daß sich der SALT nach deren Ablauf nicht mehr in diesem überschallnahen Bereich befindet.

Die Schutzzeit ist zwischen 2 und 51 Sekunden in 0,2 Sekunden Schritten einstellbar.

Eine kürzere Zeit als 2 Sekunden ist aus Sicherheitsgründen nicht einstellbar.

- **Zusammenbauzeit**

Falls der Einschalter für den SALT von Außen nicht zugänglich ist, kann man den SALT so konfigurieren, daß sich die automatische Starterkennung erst mit einer Verögerung von 45 Sekunden nach dem Einschalten aktiviert. In den ersten 40 Sekunden davon kann man z.B. noch die Spitze aufsetzen. Dabei sind alle Vorsichtsmaßnahmen strikt zu beachten. Solange sich der SALT in dieser Phase befindet, signalisiert er dies durch einen kurzen Ton bzw. kurzes Aufblitzen der LED im Abstand von 1 Sekunde. Nach Ablauf der 40 Sekunden folgt eine Phase von 5 Sekunden, in der das Modell in Ruhe gelassen werden muß, damit sich z.B. der aufgebaute Druck vom Aufsetzen der Spitze wieder abbauen kann. Diese Phase signalisiert der SALT durch 5 lange Töne bzw. entsprechender Ansteuerung der LED.

- **Zündertests**

Der SALT unterstützt 2 Funktionen zum Test der Zünder bzw. des gesamten Bergungssystems.

Manueller Test:

Direkt aus der Windows Anwendung heraus ist es möglich, einen oder beide Zünder zu aktivieren. Dazu muß der SALT natürlich über den COM Adapter an den PC angeschlossen sein.

Automatischer Test:

Dieser Modus ist zuerst im SALT zu programmieren. Nach der Programmierung ist er auszuschalten.

Wenn das Modell vollständig montiert ist, wird der SALT eingeschaltet. Wie üblich signalisiert der SALT seine Bereitschaft. Kurz darauf folgt ein charakteristischer, periodisch anschwellender Ton (LED beim Micro). Diese Phase dauert etwa 40 Sekunden. Danach warnt der SALT durch 3 lange Signaltöne (LED beim Micro) die unmittelbar bevorstehende Aktivierung des ersten Zünders (Apogäum). Im Fall der Standard und LCD Version folgt nach der ersten Aktivierung 1 weiterer Ton und danach sofort die Zündung des 2. Zünders (Hauptfallschirm). Nach Abschluß des Testmodus programmiert sich der SALT wieder in den normalen Flugkontrollmodus zurück und geht dann in den Stromsparmmodus in dem keine Kommunikation mehr möglich ist.

Beim nächsten Einschalten befindet er sich automatisch wieder im Flugkontrollmode. Die Parameter entsprechen den zuletzt eingestellten Werten.

4.2 Flugschreiber

Die Betriebsart Flugschreiber ist neu. Im Gegensatz zur Flugkontrolle werden hier nur Höhendaten aufgezeichnet, es findet aber keinerlei Auswertung im SALT statt. Für den Raketenflug ist diese Betriebsart nicht geeignet, da keine Bergungssysteme angesteuert werden.

Wenn der Flugschreiber Mode aktiv ist, werden solange Daten in den aktuellen Datensatz aufgezeichnet, bis er voll ist. Dabei kann sich der Anwender zwischen 1, 2, 4 oder 8 Datensätzen entscheiden. Zusammen mit der einstellbaren Abtastrate kann man die Aufzeichnungsdauer innerhalb gewissen Grenzen an den jeweiligen Anwendungsfall anpassen.

Die LCD Version kann darüber hinaus als präziser Höhenmesser eingesetzt werden, da die aktuelle Höhe ständig auf dem Display erscheint.

In der Praxis ist zunächst im Countdown Menü die Anzahl der Datensätze einzustellen. Im nächsten Menüpunkt ist „Flugschreiber“ zu wählen. Hier kann man sich für eine von 3 Aufzeichnungsraten entscheiden, 5, 1 oder 0,5 Abtastungen pro Sekunde. Schließlich ist noch die Temperatur im Schatten einzugeben. Nach dem Abschluß der Programmierung stehen die Parameter im nichtflüchtigen Speicher. Der SALT ist nun auszuschalten.

Nach dem nächsten Einschalten ist der SALT mit diesen Werten initialisiert.

Zur Kontrolle der Funktion signalisiert der SALT die verschiedenen Phasen, je nach Hardware, über Piepser oder LED. Nach dem Einschalten des SALT ertönt die übliche Kennung der Zünderzustände.

Als nächstes bildet der SALT den Referenzwert des am Boden herrschenden Luftdruckes. **Während dieser Zeit darf er nicht ausgeschaltet werden!** Nach Abschluß dieses Vorganges, der ca. 1 Sekunde dauert, signalisiert der SALT den Beginn der Aufzeichnung durch einen kurzen Ton bzw. kurzes Aufblinker der LED. Die Daten werden nun permanent bis zum Ende des aktuellen Datensatzes aufgezeichnet. Während dieser Zeit findet keine Signalisierung statt.

Falls der SALT während der Aufzeichnungsphase ausgeschaltet wird, bleiben die bis zu diesem Zeitpunkt gespeicherten Höhenwerte erhalten. Allerdings können bei einem vorzeitigen Abschalten die Daten einer früheren Aufzeichnung in der Grafik erscheinen.

Das Ende der Aufzeichnung signalisiert der SALT durch einen kurzen Ton bzw. kurzes Aufblitzen der LED. Diese Signalisierung wiederholt sich dann alle 8 Sekunden bis der SALT ausgeschaltet wird.

Die Daten können zu jedem beliebigen Zeitpunkt, also auch während der Aufzeichnung über die SALT Anwendungs Software ausgelesen und auf dem Bildschirm dargestellt werden.

Jedesmal wenn der SALT eingeschaltet wird und noch ein freier Datensatz zur Verfügung steht, beginnt der SALT sofort mit einer neuen Aufzeichnung in das nächste Segment. Falls kein freier Speicher mehr zur Verfügung steht, verhält er sich so, als ob die Aufzeichnung gerade beendet worden wäre.

Im Fall der LCD Version wird das Display alle 2 Sekunden mit dem aktuellen Höhenwert aktualisiert. Auch nach dem Ende einer Aufzeichnung, oder wenn kein Speicherplatz mehr vorhanden ist, bleibt der SALT in diesem Mode. In dieser Funktion bietet er sich z.B. als Höhenmesser auf Bergwanderungen an.

Die folgende Tabelle erleichtert die Auswahl der richtigen Kombination aus Abtastrate und Anzahl der Datensätze:

Abtastrate/Datensätze	1	2	4	8
300/min	203,6s (3'24")	101,2s (1'41")	50,6s (0'50")	25,3s (0'25")
60/min	1018s (16'58")	506s (8'26")	253s (4'13")	126,5s (2'06")
30/min	2036s (33'56")	1012s (16'52")	506s (8'26")	253s (4'13")

Für die LCD Version sind die Zeiten mit 16 zu multiplizieren.

5 Serielle Schnittstelle /Steckerbelegung

Zur Kommunikation mit dem PC ist der SALT-3R über eine Pegelwandlerbaugruppe mit einer COM Schnittstelle zu verbinden. Die 9-polige Trapezsteckerbuchse kann direkt auf die COM Schnittstelle des PC gesteckt werden. Der Micro wird direkt auf den Stecker der Baugruppe gesteckt. Für die Standard- und LCD Version existiert eine separate Leitung, die am Adapterboard anschließbar ist.

Sollte der PC keine serielle Schnittstelle besitzen, kann ein USB-RS232 Adapter benutzt werden. Der keyspan Adapter (erhältlich bei www.format.de) ist erprobt und funktioniert einwandfrei unter WIN 98 und XP.

Nach der Installation der Software sollten zuerst die Einstellungen der COM Schnittstelle überprüft werden. Der SALT selbst arbeitet standardmäßig mit folgenden Einstellungen.

Serielle Schnittstelle	
Baudrate	9600 (optional 19200, 9600, 4800 /2400 /1200)
Zeichenlänge	8 Bit
Paritäts-Bit	no
Stop-Bit	1

Table 1: Serielle Schnittstellenparameter

6 Stromversorgung

Stromversorgungsprobleme sind die Hauptausfallursache elektronischer Geräte. Egal ob leere Akkus oder Batterien, kalte Lötstellen, Kurzschlüsse oder ungeeignete Schalter, jede Fehlerquelle kann zum Totalausfall des Systems führen. Fahrlässigkeit an dieser Stelle kann schlimme Folgen haben, deshalb sollte dem Thema besonderer Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Als Stromversorgung für die Standard- und LCD Version eignet sich am besten ein frisch aufgeladener 9V Akku Block oder Li-Polymer Akku mit 7,2V. Akkus, deren Kapazität, Ladezustand und Kondition unbekannt sind, sollten auf keinen Fall verwendet werden.

Achtung: Der Micro darf nur mit einer Spannung zwischen 5,3V und 7,5V betrieben werden. Spannungen über 8,0V können die Elektronik irreversibel beschädigen.

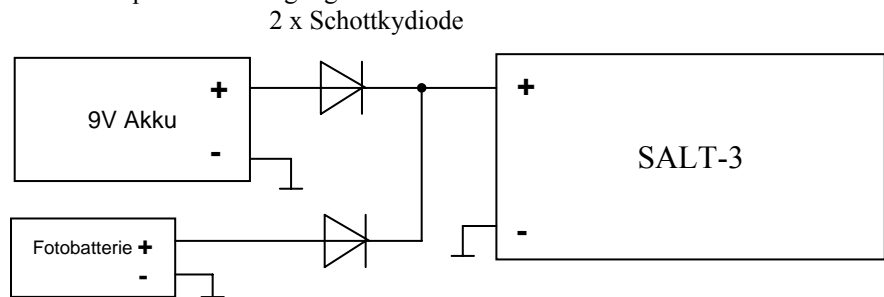
Aus Gewichtsgründen eignet sich für den Micro ideal eine kleine 6V Batterie. Die kleinste, mir bekannte Ausführung wiegt ca. 4g.

Neben der Hauptstromversorgung eignet sich eine kleine Primärbatterie mit 6 V auch als Backup Stromversorgung. In diesem Fall sind die beiden Akkus über je eine Diode (100mA Schottkydiode!!!) zu entkoppeln. Sobald die Hauptstromquelle die Spannung nicht mehr aufrecht erhalten kann, übernimmt die 6V Batterie die Versorgung.

Achtung:

- Die Batterieclips von 9V Akkus müssen mit Klebeband gesichert werden, wenn mit sehr hohen Beschleunigungen zu rechnen ist. Ansonsten sind selbstverriegelnde Steckverbinder erste Wahl.
- **6V Li-Fotobatterien eignen sich auf Grund des hohen Innerwiderstandes nicht zur Versorgung des SALT!**

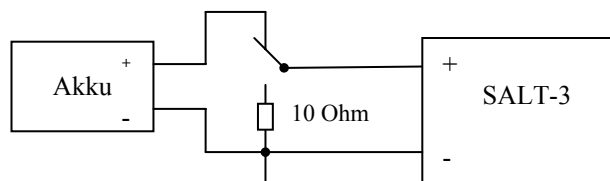
Vorschlag einer Backup Stromversorgung:



Verdrahtung des Stromversorgungs Ein-/Aus Schalters

Die Stromversorgung ist über einen Schalter (für den Micro ist ein Schalter mit kurzen Prellzeiten zu verwenden) gemäß dem folgenden Bildchen zu verdrahten.

Beim Micro ist der 10 Ohm Widerstand wegzulassen, bei den anderen SALT3R Versionen ist er notwendig, da der Zündkondensator beim Ausschalten darüber entladen wird.



7 Zündstufe

Die Leistung der Zündstufe ist durch die Kapazität des Zündkondensators und die Höhe der Versorgungsspannung bestimmt. Wenn die Spannung im Bereich der Mindest Betriebsspannung liegt, ist nicht sichergestellt, daß 2 Zünder in kurzer Folge zündbar sind. Dies ist bei der Auswahl der Stromversorgung zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sollten „**Brückenzünder Typ A**“ benutzt werden, da diese den geringsten Auslösestrom aufweisen.

Achtung:

elektrostatische Entladungen können diese Zünder unter ungünstigen Bedingungen auslösen. Deshalb sind die Zünder stets bis kurz vor dem Start durch Kurzschlußbrücken zu sichern.

Bei höherer Versorgungsspannung werden auch 2 Zünder in kurzer zeitlicher Abfolge sicher gezündet.

Mit dem automatischen Zündertest ist dies leicht überprüfbar. Die Aktivierung erfolgt dabei im Abstand von 1 Sekunde.

Achtung: Zünder niemals parallelschalten.

Die Zündkreise werden vom Prozessor überwacht. Der Prüfstrom des Zündkreises beträgt $I_z = (U_{\text{bat}} - 0,7V) / 39 \text{ k}\Omega$. Der Zustand wird nach dem Einschalten des SALT akustisch (beim Mikro per LED) signalisiert. Ein kurzer Ton bedeutet Durchgang, ein langer Ton signalisiert einen offenen Zündkreis. Der erste Ton ist dem Vorfallschirm Zünder (Gipfelpunkt) zugewiesen, der Zweite dem Hauptfallschirm Zünder.

Im Fall der LCD Version steht der Zünderzustand rechts unten in der zweiten Zeile des Displays.

Kodierung der Zustände:

A2 → beide Zünder haben Durchgang

Ax → nur Zünder für Apogäumsfallschirm (Vorfallschirm) hat Durchgang,

x2 → nur Zünder 2 (Hauptfallschirm) hat Durchgang

xx → kein Zünder angeschlossen oder kein Durchgang

8 Einbau

8.1 wichtige Hinweise

Unter keinen Umständen darf der Höhenmesser einem erhöhten Druck ausgesetzt werden. Undichtigkeiten zu druckbeaufschlagten Kammern (z.B. von Ausstoßladungen) können zur Zerstörung des barometrischen Drucksensors führen.

Der Höhenmesser ist fest und unbeweglich einzubauen. Im Fall eines losen Einbaues kann ein Kolbeneffekt bei Brennschluß zur Auslösung des Fallschirmes führen.

Große, instabile Körperrohre sind leicht verformbar. Dies kann bei starken Beschleunigungen ebenfalls zu Druckänderungen führen, die letztendlich eine unbeabsichtigte Auslösung des Vorfallschirmes bewirken kann. In diesem Zusammenhang sind auch große, beschleunigte Luftmassen problematisch, die bei sehr langen Körperrohren auftreten können.

Es wird empfohlen, den SALT erst als Nutzlast mitfliegen zu lassen, bevor man ihn als Bergungssystem benutzt. Aus der aufgezeichneten Flugkurve läßt sich dann sehr schnell erkennen, ob der Einbau in Ordnung war.

Obwohl die intelligente Flugkontrolle bis zu einem gewissen Maß solche Effekte ausfiltern kann, sind Versuche unverzichtbar.

8.2 Druckausgleichsbohrungen

Die Kammer, in dem sich der SALT befindet, ist zu belüftet. Die dafür notwendigen Druckausgleichsbohrungen müssen bestimmten Bedingungen genügen, deren Mißachtung zu einer Fehlfunktion des gesamten Systems führen kann.

- Die Bohrungen müssen saubere, glatte Ränder aufweisen
- Verstärkte Bohrungen dürfen nach außen nicht aufbauen
- Die Bohrungen sind gleichmäßig auf den Umfang zu verteilen
- Alle Bohrungen müssen denselben Durchmesser besitzen
- Folgende Stellen sind für die Bohrungen nicht geeignet:
 - Komplette Raketenspitze oder konische Verbindungsstücke
 - In der Nähe vorstehender Teile
 - Im Bereich des Hecks einschließlich der Bodenplatte

Ideal sind 3 Löcher, die gleichmäßig auf den Umfang verteilt sein müssen.

Die Dimensionierung der Bohrungen ermittelt man am besten über die SALT-3 Software.

9 Sicherheitshinweise

Trotz größter Sorgfalt bei der Entwicklung und einem verbesserten Design der Standard- und LCD-Version ist grundsätzlich zu jedem Zeitpunkt mit der unbeabsichtigten Auslösung einer oder aller Zünder zu rechnen. Dies gilt besonders für die Micro Version.

Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen sind aus diesem Grund strikt einzuhalten und mittels Checkliste abzusichern.

- **Das Modell darf niemals so ausgerichtet werden, daß eine auslösende Zündladung einen selbst oder in der Nähe befindliche Personen gefährden kann.**
- **Alle Arbeitsschritte zur Startklarmachung einer Modellrakete sind per Checkliste abzusichern.**
- **Die Zünder sind bis kurz vor dem Start durch eine geeignete Kurzschlußbrücke zu sichern. Erst nachdem der SALT eingeschaltet ist und seine Bereitschaft signalisiert, darf die Kurzschlußbrücke entfernt werden.**
- **Eine Betauung der Elektronik ist nicht zulässig und ist zu vermeiden.**
- **Im eingeschalteten Zustand darf die Baugruppe unter keinen Umständen berührt werden. Dies gilt auch noch bis zu 5 Sekunden nachdem die Stromversorgung unterbrochen wurde.**
- **Es ist sicherzustellen, daß die Batteriespannung unter keinen Umständen unter die spezifizierte Mindestspannung absinkt. Unter 5,3V können die Zünder unkontrolliert ausgelöst werden.**
- **Nach dem Einschalten der Stromversorgung bzw. nach Ablauf von Phase 1 der programmierbaren „Zusammenbauzeit“ dürfen keine Veränderungen mehr an dem Modell vorgenommen werden. Insbesondere das Abziehen der Spitze kann zur unmittelbaren Auslösung der Zünder führen.**
- **Beim Ausschalten der Batteriespannung können die Zünder unkontrolliert aktiviert werden. Dies ist wie oben beschrieben, durch ein vorheriges Kurzschließen der Zünder zu verhindern.**

10 Haftungsausschluß und Gewährleistung

Auf den SALT-3R wird eine eingeschränkte Garantie gegeben, die im Ermessen des Herstellers liegt. Darunter fallen ausdrücklich keine Schäden, die durch Absturz oder falsche Handhabung durch den Anwender selbst zu verantworten sind. Da der Hersteller keinen Einfluß auf die Handhabung der Baugruppe hat, die elektrostatisch gefährdete Bauteile enthält, sind durch ESD (elektrostatische Entladung) verursachte Schäden von der Garantie ebenfalls ausgeschlossen. Eine kostenlose Reparatur oder Austausch wird nur bei offensichtlichen Fertigungsfehlern gewährt.

Der Hersteller haftet nicht für Schäden jeglicher Art, die in irgend einem Zusammenhang mit der Anwendung des SALT-3R aufgetreten sind, auch nicht gegenüber Dritten.

Software kann nach heutigem Stand der Technik nicht absolut fehlerfrei entwickelt werden, deshalb ist auch bei nachweisbaren Programmfehlern oder anderen Fehlfunktionen jede Haftung durch den Hersteller ausgeschlossen.

Die Anwendung des SALT geschieht immer auf eigene Gefahr. In jedem Fall sind sämtliche Funktionen des SALT durch den Einsatz eines zweiten, unabhängigen und andersartig arbeitenden Backup-Systems abzusichern. Zusätzlich muß sich der Benutzer im Besitz einer gültigen Haftpflichtversicherung für den Raketensport befinden.

Die Abgabe des SALT erfolgt nur, wenn der Käufer alle diese Bedingungen akzeptiert. Dies schließt insbesondere ein, daß er die Sicherheitshinweise strikt befolgt und sich zur Führung einer Checkliste verpflichtet.

Sollte der Käufer diese Bedingungen nicht akzeptieren ist der SALT sofort nach Erhalt an den Hersteller zurückzugeben. Bereits erfolgte Zahlungen werden dann rückerstattet.

11 Neue Programmversionen

Falls neue Programmversionen für den Mikroprozessor des SALT existieren, sind diese gegen Erstattung der Lieferkosten beim Hersteller erhältlich.

12 Signalisierungen

Flugkontroll Modus

- Ortungspiepser:
im Abstand von 5 Sekunden 2 kurze Töne

Flugschreiber Modus

- Beginn der Aufzeichnung nach Ermittlung des Bodenwerts:
1 einmaliger, kurzer Ton
- Ende der Aufzeichnung:
1 einmaliger, kurzer Ton
- Nach dem Ende der Aufzeichnung oder wenn der Datenspeicher voll ist:
im Abstand von 8 Sekunden 1 kurzer Ton

Fehlerzustände

- Schwerwiegender Fehler (EEPROM Schreibfehler, unzulässige Speicheraufteilung usw.):
20 kurz aufeinander folgende, kurze Töne

Brown Outs können beim Ausschalten der Stromversorgung auftreten.

Wenn ein Mikroprozessor (mit high aktivem Reset) mit einer Versorgungsspannung betrieben wird, die unterhalb seiner minimalen Arbeitsspannung liegt, können Register und Speicherinhalte unkontrolliert verändert werden. Die LCD- und Standardversion der neuen SALT-3R Serie ist

hardwaremäßig davor geschützt. Bei allen anderen Versionen kann dieser Effekt auftreten. Durch eine einfache Maßnahme läßt sich dieses Problem aber umgehen:

Als Einschalter für die Stromversorgung benutzt man einen Umschalter. Der Mittenkontakt des Schalters ist mit dem positiven Versorgungsspannungs-Pin des SALTs zu verbinden. Jeweils ein außenliegender Schalter-Pin ist mit dem Pluspol bzw. dem Minus-Pol des Akkus zu verbinden. Beim Ausschalten werden die Entstörungskondensatoren auf der Baugruppe so rasch entladen, daß für eine Datenverfälschung im EEPROM keine Zeit mehr bleibt.

20 FAQ

- 1 Beeinflußt es den SALT in seiner Arbeitsweise, wenn z.B. der Zünder 1 nicht angeschlossen ist, weil nur die Variometer Funktion benutzt werden soll?

Antwort: nein, dem SALT ist es egal.

13 Technische Daten

Abmessungen	Länge	Breite	Einheit
LCD	65,0	32,4	mm
Standard	50,8	22,9	mm
Micro	32,8	15,8	mm
Gewicht	Masse		Einheit
LCD			
Basisbaugruppe	15,5		g
Display	17,0		g
Standard	10,7		g
Micro			g
ohne Zündstufe	3,4		g
mit Zündstufe und Zünd Elko	5,1		g
Spannungsversorgung¹	min.	max.	Einheit
Micro	5,3 V	7,5	V
LCD, Standard ²	5,3 V	10	V
Stromaufnahme	min.	max.	Einheit
Betrieb (peaks mit ca. 15mA)		5	mA
Stromsparmode	1		mA
Umgebungsbedingungen	min.	max.	Einheit
Arbeitstemperaturbereich	-25	+ 90	°C
Lagertemperaturbereich	-40	+125	°C
rel. Luftfeuchte (nicht betauend)	20	90	%
max. zul. Überdruck (300s)		360	kPa
Berstdruck Sensormembran		400	kPa
Max. zulässige Beschleunigung (5ms)		1000	g
Messfunktion			
Messbereich barometrischer Drucksensor	40	115	kPa
Meßbereich Höhe (innerhalb 40-115kPa)	0	7000	HÜG/m
Auflösung	2		m
Meßfehler		1	%
Samplezeit		137	µs
Samplerate (16 fach oversampling)			
Flugkontrolle	5		s ⁻¹
Flugschreiber	5 od. 1 od. 0,5		s ⁻¹
Aufzeichnung (Anzahl Datensätze)	Anzahl Meßwerte pro Rekord	Dauer	
1	1018	203,6 s	
2	506	101,2 s	
4	250	50,0 s	
8	122	24,4 s	
Aufzeichnung (LCD III mit 32kB EEPROM)	Anzahl Meßwerte pro Rekord	Dauer	
1	16384	54,4 min	
2	8192	27,2 min	
4	4096	13,6 min	
8	2048	6,8 min	

¹ alle SALTs besitzen einen Verpolungsschutz für die Stromversorgung

² **Achtung:** Im Bereich der Mindestversorgungsspannung ist nicht gewährleistet, daß beide Zünder innerhalb 1 Sekunde gezündet werden können. Dieser Fall kann eintreten, wenn der Variometer unmittelbar nach dem Gipfelpunkt anspricht.

14 Steckerbelegung

14.1 SALT-LCD

Kommunikations-Schnittstelle JP2				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	0 V		5	RESET
2	+5V (Output)		6	SCK
3	TxD		7	MOSI
4	RxD		8	MISO

Table 2: Steckerbelegung Kommunikations- /Programmierschnittstelle SALT-LCD

LCD Anschluß JP1				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	0 V		2	+5V (Output)
3	VO		4	RS
5	RW		6	E
7	DB0		8	DB1
9	DB2		10	DB3
11	DB4		12	DB5
13	DB6		14	DB7

Table 3: Steckerbelegung LCD SALT-LCD

Versorgungsspannung X1				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	Batterie Pluspol		2	Batterie Minuspol

Table 4: Steckerbelegung Stromversorgung SALT-LCD

Zünder Z4				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	F2 Pluspol (Zünder 2)		3	F1 Minuspol (Apogäum)
2	F2 Minuspol (Zünder 2)		4	F1 Pluspol (Apogäum)

Table 9: Steckerbelegung Zünderanschluß SALT-LCD

14.2 SALT-STANDARD

Kommunikations-Schnittstelle JP2				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	0 V		5	RESET
2	+5V (Output)		6	SCK
3	TxD		7	MOSI
4	RxD		8	MISO

Table 10: Steckerbelegung Kommunikations- /Programmierschnittstelle SALT-STD

Versorgungsspannung JP3				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	Batterie Pluspol		2	Batterie Minuspol

Table 5: Steckerbelegung Versorgungsspannung SALT-STD

PIEZO Summer JP1				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	Summer Minuspol		2	Summer Pluspol

Table 6: Steckerbelegung Piezosummer SALT-STD

Zünder Z4				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	F2 Pluspol (Zünder 2)		3	F1 Minuspol (Apogäum)
2	F2 Minuspol (Zünder 2)		4	F1 Pluspol (Apogäum)

Table 7: Steckerbelegung Zünderanschluß SALT-STD

14.3 SALT-MICRO

Kommunikations-Schnittstelle X1				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
A1	+5 V (Output)		B1	MOSI
A2	0 V		B2	MISO
A3	0 V		B3	SCK
A4	NC		B4	RESET
A5	NC		B5	RXD
A6	NC		B6	TXD

NC = nicht belegt

Table 8: Steckerbelegung Kommunikations- /Programmierschnittstelle SALT-Micro

Versorgungsspannung SV2				
PIN	Signalname		PIN	Signalname
1	Kondensator Pluspol Zünder Pluspol		3	Batterie Minuspol Kondensator Minuspol
2	Batterie Pluspol		4	Zünder Minuspol

Table 9: Steckerbelegung Versorgungsspannung /Zünderanschluß SALT-Micro

15 Abmessungen und Steckeranordnung

