

# SB-8



## HANDBUCH

- "EINBAU UND BEDIENUNG"
- NOTICE D'UTILISATION
- INSTRUCTION MANUAL
- VARIOMETER MIT SOLLFAHRTRECHNER
- VARIOMETRE ELECTRONIQUE AVEC CALCULATEUR DE TRANSITION
- VARIOMETER WITH SPEED DIRECTOR

# ILEC

Industrie- und Luftfahrtelektronik GmbH

Friedrich-Puchta-Str. 6 · D-8580 Bayreuth · Tel. (0921) 13733





# 1. AUFGABE DIESES HANDBUCHS

Dieses Handbuch liefert alle Informationen, die der Eigentümer oder Benutzer zum Verständnis der Funktionen des Gerätes, zu seinem Einbau, falls nötig zu seiner Programmierung, zu seiner Wartung und seiner Benützung im Flug benötigt.

Es ist nicht nötig, dieses Handbuch intensiv durcharbeiten, um das Gerät benutzen zu können. Es soll dem interessierten Benutzer die Möglichkeit geben, sich ausführlich über das Gerät zu informieren, um den größten Nutzen aus ihm ziehen zu können. Notfalls soll man auch einmal nachschlagen können, wenn eine Frage auftaucht.

Weil die Hersteller, Segelflieger, davon überzeugt sind, dass ein gutes Handbuch wesentlich zum Nutzen für den Besitzer eines Instruments beiträgt, haben sie sehr große Mühe und viel von ihrer Erfahrung über Instrumente für die Segelfliegerei darin investiert.

Der richtige Platz für das Handbuch ist in der Lebenslaufakte des Flugzeugs, in dem das Gerät eingebaut ist! Nur so ist es allen Piloten, die das Gerät benutzen, zugänglich.

Vor dem Einbau des Gerätes und vor allem vor jedem elektrischen Anschluss muss das Kapitel "Einbau" gelesen werden, vor jedem Öffnen das Kapitel "Einstellung und Programmierung".

Kapitel 7 ("Das Variometer SB-8 im Fluge") ist als Anhang gedacht für den fortgeschritteneren Piloten. Es ist deshalb so ausführlich, weil der darin behandelte Stoff in der allgemeinen Literatur über den Segelflug nicht vorkommt.

Das Handbuch wird laufend überarbeitet und damit dem neuesten Erkenntnisstand ebenso, wie eventuellen Änderungen des Gerätes angepasst. Es gilt nur ab der unten definierten Seriennummer, und auf jeden Fall für das Gerät mit dem es geliefert wurde.

Dieses Handbuch gilt für alle Geräte des Typs SB-8 ab Seriennummer 6 900

# INHALTSVERZEICHNIS

1. AUFGABE DIESES HANDBUCHS .....	4
INHALTSVERZEICHNIS .....	5
2. SYSTEMBESCHREIBUNG .....	6
2.1 Messprinzip.....	6
2.2. Variometerfunktion.....	6
2.3. Vario-Tongenerator .....	6
2.4. Sollfahrtgeber .....	6
2.5. Sollfahrt-Tongenerator .....	7
2.6. Betriebsartenumschaltung.....	7
2.7. Anzeige .....	7
2.8. Anflug- und Streckenrechner ASR .....	8
2.9. Genauigkeit.....	9
3. EINBAU DES GERÄTES .....	10
3.1. Auspacken, Einpacken.....	10
3.2. Garantie, Rücksendung.....	10
3.3. Mechanischer Einbau.....	10
3.4. Elektrische Installation .....	11
3.5. Pneumatischer Anschluss .....	13
4. WARTUNG .....	15
4.1. Allgemeine Hinweise.....	15
4.2. Kontrollen .....	15
4.3. Reinigung des Gerätes .....	16
5. EINSTELLUNG UND PROGRAMMIERUNG .....	16
5.1. Allgemeines .....	16
5.2. Nachstellen des elektrischen Nullpunkts der Geber .....	16
5.3. Eichhöhe .....	16
5.4. Tongenerator.....	16
5.5. Programmierung der Polaren .....	17
5.6. Anzeige-Optionen.....	17
6. REPARATUR.....	17
7. DAS VARIOMETER SB-8 IM FLUGE .....	18
7.1. Die 1-Sekunden- und die 3-Sekunden-Anzeige.....	18
7.2. Turbulenz und Böen .....	19
7.3. Die Mittelwertanzeige (Integrator) .....	21
7.4. Der Sollfahrtflug .....	21
7.5. Thermiksuche mit dem Sollfahrtgeber.....	22
7.6. Einfluss der Normalbeschleunigung auf die TE-Vario-Anzeige .....	23
ANHANG A: SB-8 Schaltpläne .....	24
ANHANG B: SB-8 Innenansicht.....	26

## 2. SYSTEMBESCHREIBUNG

### 2.1 Messprinzip

Die Messwertaufnehmer für Vertikal- und Fluggeschwindigkeit sind von ILEC entwickelte und patentierte thermische Durchflussmesser mit Heißleiterperlen, die bei konstanter Temperatur arbeiten. Sie zeichnen sich durch große Stabilität des Nullpunkts, sehr kurze Ansprechzeit und große Unabhängigkeit des Eichfaktors von der Temperatur aus. Sie sichern u.a. dem Gerät seine hohe Präzision.

### 2.2. Variometerfunktion

Das rohe Variometersignal wird, vom Sensor kommend, parallel und dauernd, dem 1s-, dem 3s-, und dem Mittelwertfilter zugeführt, deshalb gibt es keine Wartezeit bei der Umschaltung auf eine andere Antwort oder den Integrator, die Signale werden dauernd gebildet.

Die Anzeige des Variosignals kann wahlweise auf das 1s-, oder das 3s-Filter umgeschaltet werden mit Hilfe des Filterwahlschalters auf der Frontplatte vom Piloten, entsprechend der Antwort, die er persönlich vorzieht.

1s-Filter: Aktives Filter 2. Ordnung mit schneller, jedoch stark gedämpfter Anzeige.

3s-Filter: Aktives Filter 1. Ordnung mit dem Anzeigeverhalten des normalen Stauscheibenvarios

Mittelwertfilter: Ähnlich dem 1s-Filter, jedoch mit erheblich größerer Zeit der Mittelwertbildung

(Für eingehendere Behandlung der Filter siehe Abschnitt 7)

### 2.3. Vario-Tongenerator

Der Aussteuerungsbereich des Tongenerators beträgt +/- 15 m/s, sodass auch Vertikalgeschwindigkeiten weit außerhalb des visuell angezeigten Bereichs noch erfasst werden.

Die von Ilec entwickelte Methode der periodischen Änderung der Höhe des Grundtons hat gegenüber einem nur unterbrochenen Ton den Vorteil, dass man noch nach beliebig langer Zeit den Absolutwert des Steigens hören kann, ohne die visuelle Anzeige zu Hilfe zu nehmen. So **hört** man nach kurzer Zeit der Gewöhnung, ob man mit 1 m/s, oder 3 m/s steigt. Bei einem nur unterbrochenen Ton hört man schon nach einigen Sekunden nur noch die Tendenz des Signals (Zunahme / Abnahme), nicht mehr jedoch seine absolute Höhe. Um zu wissen ob, und wie stark man steigt, muss man noch nachschauen. Verantwortlich dafür ist, dass der Mensch gewöhnlich kein absolutes Gehör hat.

Mancher Pilot will diese weitergehende Information nicht haben, oder er hat sich ganz einfach an den bekannten gewöhnt. Für diesen Fall kann die Modulation mit einem internen Programmierschalter auf den unterbrochenen Ton umgestellt werden (siehe "5: Einstellung und Programmierung")

Der Grundton selbst besteht aus einem Dreiklang, der auf die Dauer angenehmer zu hören ist als der bekannte Einzelton. Wer es auch hier anders möchte, kann umprogrammieren auf 2 oder einen einzigen Grundton.

Zusätzlich können sowohl die Frequenz des Grundtons, als auch die Frequenz der Modulation (der Unterbrechung), dem persönlichen Geschmack entsprechend (intern) eingestellt werden.

Die Lautstärke des akustischen Signals wird automatisch der Fluggeschwindigkeit so nachgeführt, dass der Ton immer gleich laut empfunden wird, ob bei 70 oder 200 km/h, obwohl das Rauschen des Flugzeugs sich sehr stark ändert (Nach oben hin ist die Lautstärke natürlich begrenzt. Nur bei Öffnen oder Schließen der Lüftung ist nachzustellen).

### 2.4. Sollfahrtgeber

Die Polare, die für die Berechnung der Sollfahrt benützt werden soll, wird auf der Frontplatte angewählt ( PN = Normalpolare, PX = Mückenpolare, z.B.). Die Flächenbelastung ( Gesamtes momentanes Fluggewicht in kg, geteilt durch die Flügelfläche in qm ), und der McCready-Wert werden an der Frontplatte eingestellt.

Der Sollfahrtgeber errechnet die optimale Gleitgeschwindigkeit auf der Basis der eingestellten Werte und der momentanen meteorologischen Vertikalgeschwindigkeit. Angezeigt wird der Unterschied zwischen der tatsächlich geflogenen und der momentanen optimalen Geschwindigkeit, der Sollfahrt.

Die Anzeige erfolgt direkt in km/h im Bereich +/- 100 km/h. (Dies ist der "regeltechnisch" ideale Bereich) Mit dieser eindeutigen Information kann der Pilot die Sollfahrt leicht und schnell einregeln. (Gegensatz: die üblichen Sollfahrtgeber. Geben in Wirklichkeit ein Soll-Sinken, keine Soll-Fahrt. Da das Soll-Sinken stark von der Fahrt abhängt, regelt der Pilot i.A. schlecht)

Die Signalverarbeitung im SB-8 erfolgt zeitmäßig so, dass der Regelkreis Pilot-Flugzeug stabil ist ( bei schlechten Systemen kann der Ausschlag des Sollfahrtgebers sogar zu-, anstatt abnehmen, obwohl richtig korrigiert wird: Die "richtige Fahrt" wird hier nie erreicht )

## 2.5. Sollfahrt-Tongenerator

Bei zu großer Fahrt hört man ungefähr den gleichen Ton wie bei einer Varioanzeige von + 5 m/s, bei zu niedriger Fahrt von ungefähr - 5 m/s. Dieses System erlaubt es durchaus, mit dem Sollfahrtsignal (in der Betriebsart SF) auch zu kurbeln.

Wenn die geflogene Geschwindigkeit innerhalb eines von 0 bis +/- 30 km/h einstellbaren Toleranzbandes um die optimale Gleitgeschwindigkeit ( Sollfahrt ) liegt, wird der Ton ausgeblendet. Bei Annäherung an die Toleranzgrenze erscheint das Signal graduell, um Überreaktion des Piloten zu vermeiden.

## 2.6. Betriebsartenumschaltung

In den meisten Fällen muss man dem Vario sagen, was es anzeigen soll, visuell und akustisch; Etwa Vario oder Sollfahrt. Dazu ist es nötig die Betriebsart zu schalten ( was sich dann auf den verschiedenen Zweitanzeigen tatsächlich verändert, hängt von der Anzeige-Option ab, siehe nächstes Kapitel).

In der mittleren Stellung des Schalters ( "AUT") wird die Betriebsart automatisch von der Fernsteuerung bestimmt, die beiden anderen Stellungen ( "Vario" und "Sollfahrt") übersteuern diese Fernsteuerung jedoch. Man kann so die Betriebsart selbst festlegen, und den Befehl der Fremd-Steuerung (Wölbklappe) ignorieren, man braucht dazu nur den Betriebsartenschalter von "AUT" in die entsprechende Stellung zu bringen.

In der fliegerischen Praxis hat sich herausgestellt, dass zur Fremdsteuerung am besten der Wölbklappenhebel dient ( jeder Flugzeughersteller kennt die besten Stellungen und die Anordnung der Schalter! ).

Wenn man keinen Wölbklappenhebel hat, montiert man am besten einen Schalter nahe der Ruhestellung der linken Hand oder auf dem Knüppel: die Umschaltung besorgt der Pilot selbst besser als jede Automatik, denn er hat Augen und weiß, was er zu tun gedenkt, die Automatik weiß das nicht.

Ist keine Fernsteuerung angeschlossen, dann ist das Gerät bereits in der mittleren Stellung ( "AUT") ein Sollfahrtgeber.

## 2.7. Anzeige

Je nach Konfiguration der Zweitinstrumente wird die eingebaute Anzeige automatisch mit der Betriebsart auf ein anderes Signal umgeschaltet ( 90 % aller Geräte werden in der sogenannten B-Option ausgeliefert ). Sie sieht folgendermaßen aus: Das Variosignal wird dauernd auf einem Zweitgerät angezeigt, beim Gleiten ist das eingebaute Instrument ein Sollfahrtgeber, beim Kurbeln ein Integrator). Um die Konfiguration der Zweitinstrumente zu berücksichtigen, wird die Anzeigeumschaltung intern programmiert. Es können maximal 2 aus den Signalen "Vario", "Integrator" oder "Sollfahrtabweichung" angezeigt werden. ( Keine Angst, ILEC hat die Programmierung für die bestellte Konfiguration schon ausgeführt).

Grundsätzlich werden die 3 oben genannten Signale am Stecker, der sich hinten am Gerät befindet, ausgegeben, und zwar dauernd ohne Beeinflussung durch die Betriebsart. Wenn man hier Zweit-Instrumente anschließt, werden die zugehörigen Signale also **dauernd** angezeigt. Dies ist besonders interessant für Doppelsitzer!

4 Optionen für das Grundgerät bestimmen die möglichen Konfigurationen, sie sind unten in einer Tabelle zusammengefasst. Instruktionen für das Anschließen der Anzeigen sind in Kapitel 3.4., für die Programmierung in Kapitel 5.6.

OPTION	Betriebsart	Ton	Hauptgerät	Zweitanzeige
M = Einblock	Vario Sollfahrt	Vario Sollfahrt	Vario Sollfahrt	Keine
B = Zweiblock	Vario Sollfahrt	Vario Sollfahrt	Mittelwert Sollfahrt	RAZ immer Vario
V = Vario fest	Vario Sollfahrt	Vario Sollfahrt	Vario Vario	DAZ Mittelwert und Sollfahrt
I = Integrator fest	Vario Sollfahrt	Vario Sollfahrt	Mittelwert Mittelwert	RAZ Vario und RAZ100 Sollfahrt

Das Einblocksystem ist ideal für kleine Instrumentenbretter.

Das Zweiblocksystem liefert alle wichtigen Informationen, ohne eine Taste zu drücken ( Beim Ein-Blocksystem muss man den "Integrator" durch Tastendruck abrufen ). Vorteil: Die sehr kurze Vario-anzeige kann ganz oben montiert werden, der oft starke Abfall der Instrumentenbrettabdeckung stört hier nicht. Zusätzlich befindet sich die Varioanzeige ganz oben, wo sie hingehört.

Die 2 restlichen Optionen bieten die komplettesten Systeme mit allen 3 wichtigen Anzeigen gleichzeitig. Nichts wird umgeschaltet, außer dem Ton. Man kann die Instrumente da hinbauen wo sie am besten hinpassen.

Für Doppelsitzer ist die hintere Konfiguration völlig unabhängig von der vorderen: die Signale sind dauernd da.

Zur Wahl des Anzeiginstrumentes ist noch zu sagen: Rundanzeigen sind prinzipiell schneller abzulesen als sogenannte Flachbandanzeigen, sie haben auch einen viel kleineren Parallaxenfehler, zusätzlich ist ihre Skalenlänge viel größer: Der angezeigte Messbereich kann größer sein. Man sollte daher, wo immer möglich, Rundanzeigen verwenden.

### Zusatzfunktionen

Per Tastendruck werden außer dem Integrator noch folgende Informationen auf dem Hauptgerät angezeigt:

Restkapazität der Batterie:

Auf dem inneren Rand der Skalenscheibe ist eine separate Batterieskala aus Punktemustern und eine 0 aufgedruckt. Wenn der Zeiger rechts von oder auf den 4 Punkten steht, dann ist die Batterie noch zu 4/4 voll, steht der Zeiger auf den 3 Punkten, ist sie noch zu 3/4 voll und so fort. Wenn er bei 0 angekommen ist, dann ist sie praktisch leer. Trotzdem kann dann das SB-8 noch lange betrieben werden, wenn man alle anderen Lasten abschaltet: es verbraucht sehr wenig Strom und arbeitet noch bei 9 Volt Batteriespannung.

Außentemperatur:

Wird im Bereich +/- 50 Grad Celsius auf der normalen Skala angezeigt, das heißt, eine große Teilung entspricht 10 Grad Celsius.

## 2.8. Anflug- und Streckenrechner ASR

Fast alle Signale, die vom ASR gebraucht werden, übernimmt er vom SB-8, d.h. man stellt die notwendigen Werte (Flächenbelastung, McCready-Wert, Polare, Betriebsart) auf dem SB-8 ein und kann sie dann vergessen. Insbesondere braucht man die Betriebsart nicht extra zu schalten. Ausnahmen von dieser Regel: Wind und Strecken, sie werden am ASR eingegeben.

Um dies zu bewerkstelligen, wird der ASR über das vom Hersteller gelieferte Kabel am SB-8 angeschlossen.



## 2.9. Genauigkeit

Für allgemeine Spezifikationen sehe man im Prospekt nach.

### Höhenfehler:

Der Eichfaktor ( nicht der Nullpunkt!) des Varios ist von der Luftdichte und damit von der Höhe abhängig (andere Systeme sind auch höhenabhängig, nur je nach ihrer Art verschieden, sofern nicht aktiv kompensiert, was i.a. nur bei sehr teuren Geräten üblich ist ). Bei der Messung der tatsächlichen Vertikalgeschwindigkeit entsteht ein prozentualer Abfall der Anzeige von 5 % pro 1000 m Höhenzunahme gegenüber dem flugmechanisch richtigen Wert ( letzterer berücksichtigt die Zunahme der wirklichen Fluggeschwindigkeit mit zunehmender Höhe bei gleicher angezeigter Geschwindigkeit, oder anders gesagt: die Abweichung der TAS von der IAS). Der flugmechanische Wert ist der richtige Wert für die Sollfahrt.

(Ein Stauscheibenvario, das die wirkliche Vertikalgeschwindigkeit - wie man sie mit Stoppuhr und Höhenmesser bestimmen würde - misst, zeigt nach dieser Regel um 5 % pro 1 000 m zu viel an! )

Da der Geber für den Staudruck ebenfalls einen Abfall mit zunehmender Höhe aufweist, kompensieren sich die beiden Fehler teilweise für die Sollfahrt. Der noch übrig bleibende Fehler hängt noch von der Polare des Flugzeugs, der McCready-Einstellung und der Fluggeschwindigkeit ab, er beträgt etwa - 5 % pro 1000 m Höhenunterschied, wobei der vom SB-8 selbst ermittelte Variomittelwert als Basis für den eingestellten McCready-Wert genommen wird.

Der Betrag des letztendlichen Fehlers der Sollfahrt - im üblichen Höhenband von 400 bis 2 000 m beträgt schließlich nur +/- 4 %, er ist damit geringer als alleine der Eichfehler der meisten Instrumente. Es kommt noch hinzu, dass er sich so auswirkt, dass man unterhalb der Eichhöhe des Gerätes, die 1200 m ist, etwas langsamer fliegt als theoretisch optimal und oberhalb etwas schneller (bis zu 4 %, im normalen Höhenband).

Trotzdem kann man die Eichhöhe mit Hilfe eines internen Programmierschalters auf 3 000 m wechseln, für Leute, die immer in großen Höhen fliegen. Ansonsten kann man auch in großer Höhe den McCready-Wert etwas niedriger einstellen, etwa 0,1 m/s für jede 1 000 m Höhe. Man liegt dann ziemlich genau richtig.

### Genauigkeit des Sollfahrtrechners:

Der Rechner selbst arbeitet im Bereich von 70 bis 220 km/h sehr genau, besser als +/- 2 %. Er funktioniert bis 270 km/h, um größere Fehler im extremen Schnellflug zu vermeiden, jedoch mit geringerer Genauigkeit.

Die Annäherung der Flugzeugpolaren - auf der die Rechnung letzten Endes basiert - durch die programmierte Parabel ist bei den meisten Flugzeugen besser als +/- 5 cm/s im wichtigsten Bereich von ca. 70 bis 150 km/h, und besser als +/- 10 cm/s jenseits davon bis 180 km/h. Dagegen können durch Mückenverschmutzung Unsicherheiten von gut und gern +/- 50 cm/s in der Polare auftreten!

Abschließende Bemerkung zur Genauigkeit

Wenn man bedenkt, dass man sowieso nie so genau fliegen kann und die Werte, die im Flug gemessen werden, sehr ungenau sind und der am wichtigsten bleibende McCready-Wert über den Daumen gepocht werden muss, und..... Dann kann man die Fehler, von denen oben geredet wurde, getrost vernachlässigen.

Worauf es allerdings sehr wohl ankommt, das ist der NULLPUNKT der Varioanzeige: Wenn er z.B. 30 cm/s falsch ist, dann kann es passieren, dass man meint, man hielte die Höhe gerade noch, dabei sinkt man in Wirklichkeit mit 30 cm/s - eine sehr unangenehme Situation.

## 3. EINBAU DES GERÄTES

### 3.1. Auspacken, Einpacken

Gerät vorsichtig auspacken und auf Transportschäden inspizieren. Falls beschädigt, Verpackung aufbewahren, um Anspruch gegen den Transporteur zu unterstützen und das Gerät zurückzusenden.

Bevor Sie das Gerät einpacken, aus welchem Grunde auch immer, Anschlussnippel verschließen, um Verschmutzung des Meßsystems zu verhindern! Benützen Sie eine große Schachtel und füllen Sie den Zwischenraum mit Styroporchips zur Dämpfung von Transportstößen.

### 3.2. Garantie, Rücksendung

Die Herstellergarantie deckt Fehler im Material und in der Verarbeitung des Produkts für eine Dauer von 2 Jahren nach Auslieferung. ILEC wird Teile des Geräts, die sich in der Garantiezeit als fehlerhaft erweisen, ersetzen oder instandsetzen, vorausgesetzt das Gerät wurde kostenfrei an den Hersteller oder einen autorisierten Vertreter zurückgesandt, und vorausgesetzt, es war innerhalb der Grenzen betrieben worden, die in dieser Betriebsanleitung und im Prospekt festgelegt sind. ILEC übernimmt keine Folgekosten, hervorgerufen durch den Ausfall eines Gerätes oder seine unsachgemäße Benutzung.

Insbesondere, wenn Schmutz oder Flüssigkeiten in das Meßsystem eingedrungen sind, wird keine Garantie gewährt.

Im Fall einer Störung ( gilt natürlich auch für Fälle außerhalb der Garantie ) beschreiben Sie diese bitte so genau wie irgend möglich, um unnötige Rückfragen zu vermeiden ( Feststellungen etwa wie "Vario kaputt" werden nicht immer ausreichend sein ).

Geben Sie eine Telefonnummer an, unter der man eine zuständige Person erreichen kann!

### 3.3. Mechanischer Einbau

Bei der Wahl des Einbauortes sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

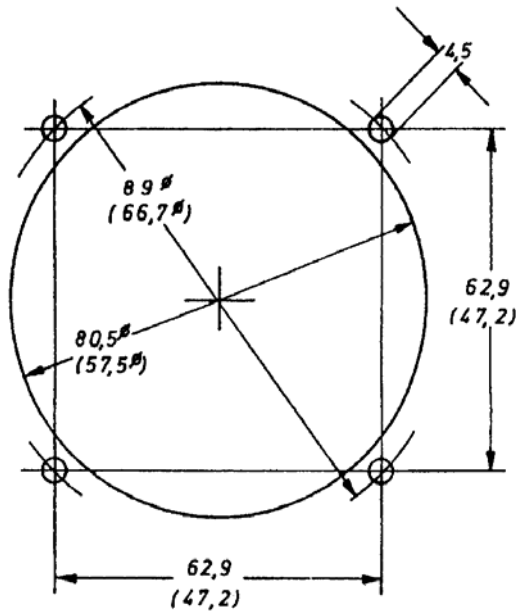
Da das Variometer sehr häufig abgelesen wird, sollte die Varioanzeige am oberen Rand des Instrumentenbrettes angebracht werden (Hauptgerät oder separate Anzeige für Variosignal, je nach Konfiguration).

Um Störungen des Kompasses durch das Streu-Magnetfeld von Anzeigeeinstrumenten zu vermeiden, sollte man generell alle nichtmagnetischen Instrumente um ihn herum gruppieren ( Höhenmesser, Fahrtmesser, Stauscheibenvario). Alle elektrischen Geräte sollten mindestens 10 bis 15 cm Abstand vom Kompass haben, dann bleibt der Fehler des Kompasses vernachlässigbar, solange die elektrischen Geräte von Ilec sind. Entsprechendes gilt für den Einbau eines Kompasses auf der Abdeckung des Instrumentenbrettes: Hier kann der eingebaute Lautsprecher stören. Abhilfe: SB-8 tiefer montieren oder Kompass höher, Lautsprecher aus dem SB-8 ausbauen oder von ILEC ausbauen lassen und Zweitlautsprecher verwenden. (Die Störung klingt i.A. mit der 4. Potenz des Abstandes ab, d.h. sehr schnell mit zunehmendem Abstand)

Instrumente, die man selten abliest, das Funkgerät z.B., sollten unten eingebaut werden (Kapitel 2.7). Das Flugzeug erfährt insbesondere bei Transport, Start und Landung zum Teil sehr starke Stöße, die es von **allen** Instrumenten abzuhalten gilt. Entgegen einer leider weit verbreiteten Ansicht ist die beste Befestigung die, die alle Instrumente **starr** mit der Struktur des Rumpfes verbindet. Deshalb sind Instrumentenbretter möglichst **steif** auszuführen und **starr** mit dem Rumpf zu verbinden. Nichts ist schlimmer als die Schläge, die beim Anschlagen eines zu weich gefederten Instrumenten-Brettes ausgeteilt werden.

#### Temperaturfühler

Der günstigste Platz für den Temperaturfühler ist im Lüftungskanal in der Nähe des Lufteinlaufs, weil er dort gut von der Außenluft umspült wird, vor der Sonnenstrahlung abgeschirmt, und außerdem noch vor Beschädigung geschützt ist. Zur Montage genügt es, ein Loch von 5,5 mm in den Luftkanal zu bohren, den Fühler hindurchzustecken, und ihn mit Klebeband zu befestigen.



Durchbruch im Instrumentenbrett  
Die mitgelieferten Schrauben sind nicht-magnetisch M4 x 10mm. Keinesfalls Schrauben länger als 12 mm verwenden.

**Abbildung 1: Durchbruch im Instrumentenbrett**

Maße in mm, Maße in Klammern für 57mm-Norm

### 3.4. Elektrische Installation

Elektrische Geräte sind durchaus genau so zuverlässig wie mechanische, vorausgesetzt, man hat sie so gut eingebaut, wie die meisten Leute das mit mechanischem Gerät tun.

#### Allgemeine Hinweise (Leider alle durch Erfahrung bestätigt)

Hauptschalter im Bordnetz können eine Quelle für ernsthaften Ärger sein, wenn sie nicht richtig geschaltet werden, insbesondere dann, wenn ein Funkgerät vorhanden ist (Beim Einschalten des Hauptschalters mit Funkgerät "EIN" können sehr starke negative Stromimpulse auf der Bordleitung entstehen während der Hauptschalter prellt - und jeder Schalter prellt, nur verschieden. Die Impulse sind typisch 1 ms lang und ohne weiteres 10 Amp stark. Ist irgend ein Gerät dagegen nicht geschützt, wird es - irgendwann - von diesen Störimpulsen zerstört!

Hauptschalter sind eine schöne Sache: man ist sicher, dass man alle Verbraucher von der Batterie getrennt hat, sie nicht schleichend entleert wird, während man abwesend ist. Vorausgesetzt allerdings, es wurden auch alle Verbraucher daran angeschlossen! Und auch vorausgesetzt, man hat ihn beim Weggehen wirklich ausgeschaltet.

Man sollte sie allerdings nur schalten, wenn sie **ohne** Strom sind: beim **Einschalten vor** allen anderen Geräten, beim **ausschalten nachdem** man alle anderen Geräte einzeln ausgeschaltet hat. Dann kann nichts passieren!

So wenig Schalter, Kabelverbinder, Stecker, Sicherungen, etc wie möglich in die Leitungen: Kontaktprobleme! Dies gilt auch für Hauptschalter und Batterieumschalter.

Freiliegende stromführende Teile absolut vermeiden: Kurzschlussgefahr! Gefahr des Ausfalls aller elektrischen Geräte!

Alle Stecker müssen zugentlastet sein: Gefahr des unbeabsichtigten Öffnens! Ausfall von Geräten!

Möglichkeiten der Falschpolung absolut vermeiden durch Verwendung verpolungssicherer Steck-Verbindungen! Hier liegt die Ursache für sehr viele Zerstörungen.

Nur professionelle Bauteile verwenden (Mil-, Luftfahrtnormteile). Billige Auto- oder Radiobauteile sind fast immer sehr unzuverlässig: Instrumentenausfall!

Kabel an kritischen Stellen zugentlasten, nicht knicken: Drahtbruch.

Bei geschraubten oder geklemmten Anschlüssen darf die Litze nicht verzinkt werden: Zinn verformt sich ganz langsam unter Druck, die Vorspannung geht verloren, der Kontakt geht auf: mindestens Wackelkontakt.

Jeder direkte Batterieanschluss MUSS ABSOLUT abgesichert sein, und zwar möglichst nahe am Batterieanschluss: Gefahr von Kabelbrand ( Es ist kein Vergnügen ohne Sicht zu fliegen und dabei noch zu ersticken! )

Möglichst nicht flammbare Kabel verwenden! (Kabel nach Mil oder Luftfahrtnorm)

Möglichst eine separate Sicherung pro Gerät, da sonst bei einem immer möglichen Kurzschluss alle Geräte ausfallen, nicht nur das direkt betroffene.

Batterieseitig nur Buchsen, keine Stecker verwenden: herausragende Stifte werden bei irgend einer Gelegenheit einen Kurzschluss machen!

Alle Anschlüsse aller Stecker nach dem Löten mit Schrumpfschlauch oder Gummitüllen isolieren.

Nur einen LötKolben verwenden, der zur Arbeit passt, ein LötKolben von 1 kg Masse ist nicht das richtige Werkzeug für eine Flugzeugverkabelung.

Kalte Lötstellen vermeiden durch Heizen auf genügende Temperatur und dies genügend lang. Das Zinn muss glänzen. Nur Elektroniker-Lötdraht verwenden.

Am besten überlassen sie die Arbeit der Verkabelung jemandem der es gelernt hat, einem Elektroniker. Sie kennen einen! (Im Gegensatz zur weit verbreiteten Meinung ist dies absolut keine Bastelarbeit!)

Um Störungen Ihrer elektrischen Geräte an Bord durch starke äußere Funksender oder, noch viel wichtiger, durch die relativ schwachen Funkgeräte an Bord, durch einfache Mittel so weit wie möglich zu vermeiden, folgende Ratschläge:

Alle Verbindungskabel so kurz wie möglich halten.

Antennenkabel räumlich unbedingt von **allen** anderen Kabeln trennen.

Nur gute Antennen verwenden. Schlechte oder schlecht angepasste Antennen schicken einen Großteil der Leistung des Senders auf dem Äußeren des Antennenkabels wieder zurück. Das ganze Flugzeug wird durch die daraus entstehende Störstrahlung verseucht.

Alle Massekabel müssen in einem einzigen gemeinsamen Punkt zusammenlaufen. Die Gehäuse der elektrischen Instrumente sind auch an diese "Masse" zu legen. Der zentrale Massepunkt selbst muss gut und kurz mit der "Flugzeugmasse" verbunden sein, mit dem Steuerungssystem z.B. Dies ist nicht nur eine Vorsichtsmaßnahme gegen Störungen durch Interferenzen, die sehr lästig sein können, sondern auch ein notwendiger Schutz des Piloten vor Blitzschlag.

Ein sehr guter "Massepunkt" ist ein leider schon etwas altmodisch gewordenes - metallisches Instrumentenbrett. Die Minusleitung der Batterie muss über eine sehr kurze Litze mit dem zentralen Massepunkt verbunden werden (Meterlange Leitungen zur Batterie sind nicht nur aus diesem Grunde sehr schlecht!)

## **Verkabelung**

Ein SB-8 wird mit einem fertigen, geprüften Kabelsatz geliefert, der einschließt: Stecker, Batteriekabel, Temperaturfühler, Kabel für die Fernbedienung, 60 cm langes Kabel für separate Varioanzeige.

Im Falle gleichzeitiger Bestellung von SB-8 und ASR, oder falls gewünscht, ist dieser Kabelsatz noch durch ein 60 cm langes Kabel mit dem Stecker für den ASR erweitert (Für eventuellen späteren Anschluss).

Wird ein ASR später angeschlossen, ohne dass das Kabel vorbereitet ist, wird ein neuer Kabelsatz mitgeliefert. An diesen ist noch der alte Temperaturfühler anzuschließen, da das Gerät auf diesen Fühler geeicht ist ( Flachkabel weiß/blau durchtrennen und Fühler an den Stummel des neuen Satzes anlöten. Farbcode! Lötstellen isolieren).

Im Schaltbild 1 wird die Verkabelung des Hauptgerätes gezeigt. Zweitlautsprecher und Fernbedienung nach Bedarf.

Für die Einblockoption sind keine weiteren Anschlüsse nötig. Alle nichtbenützten Kabelenden isolieren.

Die Schaltbilder 2 bis 6 zeigen andere Anzeigooptionen, Konfigurationen und Schaltungen für Ein- und Doppelsitzer.

Für Doppelsitzer werden die hinteren Anzeigeeinstrumente unabhängig von den vorderen angeschlossen.

Die Verkabelung darf nur von Elektronikern ausgeführt werden: sie bestimmt die Zuverlässigkeit des Systems mit.

## **Besondere Bemerkungen**

So weit möglich, sind alle Ein- und Ausgänge des Gerätes gegen Falschanschluss geschützt. Doch ein totaler Schutz ist nicht möglich, aus elektronischen Gründen, aber auch, weil es unendlich viele Möglichkeiten gibt, etwas falsch anzuschließen. Gefährlich ist fast nur das Anlegen einer starken Stromquelle, der Die Anschlüsse der Zusatzgeräte sind farbkodiert wie die zugehörigen Kabel.

Batterie z.B., an Signalausgänge bei falscher Polung (Plus an Masse).

Falschpolung der Batterie an ihrem eigenen Kabel ist ohne schädliche Folgen. Deshalb:

Niemals die Batterie ( oder ein Kabel das an sie angeschlossen ist ) an etwas anderes anschließen als an das Batteriekabel selbst!

Keine Garantieleistung bei Schäden durch Falschanschlüsse!

## **Fernbedienung**

Es gibt noch keine wirklich befriedigende Automatik für die Steuerung der Betriebsart eines Sollfahrtgeber-Varios und des meistens synchron damit zu schaltenden Streckenrechners. Hauptgrund: Keine Automatik weiß, was der Pilot vorhat, sie hat keine Augen, der Pilot hat welche.

Bei Klappenflugzeugen kann man das Gerät über den Wölbklappenhebel steuern, dies ist gar keine schlechte Methode. Den entsprechenden Schalter, meist einen magnetisch gesteuerten Reedschalter lässt man sich am besten vom Hersteller des Flugzeugs einbauen, dieser hat i.a. das Material und die typenspezifische Erfahrung.

Bei Flugzeugen mit festem Profil montiert man sich am besten einen Schalter in der Nähe der Ruhestellung der linken Hand oder am Knüppel. So macht es keine Mühe, die richtige Betriebsart zu schalten, und zwar so wie der Pilot es will, und nicht wie es eine Automatik - oft anders - bestimmt. Sehr schnell wird das richtige Umschalten zur Routine, die keinerlei Aufmerksamkeit erfordert.

## **3.5. Pneumatischer Anschluss**

### **Messdrücke**

Das Gerät muss über die 2 Nippel an der Rückwand an den Gesamtdruck ( Messdruck des Fahrt-Messers - rechter Nippel in Flugrichtung gesehen) und eine TEK-Düse angeschlossen werden ( linker Nippel in Flugrichtung gesehen). Da die Güte der Anzeige des Varios nicht zuletzt von der Qualität des TEK-Druckes abhängt, sollte man eine gute Düse verwenden, eine die hinreichend schiebe- und anstellwinkel-unempfindlich ist und vor allem an einer guten Stelle montiert ist, i.a. am besten ganz oben auf der Seitenflosse.

ILEC hat eine Düse mit guten Eigenschaften entwickelt, siehe. Für weitere Informationen über diesen - für jedes Vario - wichtigen Aspekt verweisen wir auf unsere Firmenbroschüre "Totalenergie in der Praxis".

### **Schutz vor Wasser und Staub**

**Jedes** pneumatische Instrument kann durch eindringenden Staub oder Wasser funktionsunfähig werden. Deshalb ist unbedingt ein Wasserabscheider in jede Leitung einzubauen, die nach außen führt. Da sehr häufig die Schläuche darüber hinaus durch Schleifstaub verschmutzt sind, empfiehlt es sich, kleine Kunststoff-Benzinfilter, die im Autoshop zu erhalten sind, vor die Instrumente zu schalten und niemals abzunehmen, auch nicht, wenn das Gerät verschickt wird. Auf gar keinen Fall umdrehen, da ja so der Staub erst recht ins Instrument gelangen wird.

Diese Filter sind gleichzeitig die besten Wasserabscheider!

*Keine Garantie für durch ins Meßsystem eingedrungenen Staub oder Wasser beschädigte Geräte!*

## Schlauchanschluss

Die Anschlussnippel sind für einen Schlauch mit Innendurchmesser 4 bis 5 mm bestimmt. Falls ein Schlauch sehr fest sitzt, ihn nicht mit Gewalt herunter ziehen wollen, vorsichtig der Länge nach aufschneiden, ohne den Nippel zu ritzen.

Bei zu dicken oder zu dünnen Schläuchen ein Zwischenstück verwenden.

Schlauchklemmen sind meistens nicht zuverlässig für kleine Durchmesser.

Der geeignetste Schlauch ist dickwandiger Gummischlauch mit Gewebeummantelung (= Benzinschlauch), weil seine Elastizität bei tiefen Temperaturen erhalten bleibt, er auch nicht weich wird bei hohen Temperaturen, wie das der weit verbreitete durchsichtige PVC-Schlauch tut. Er ist noch nach Jahren dicht, ist leicht abzuziehen, knickt nicht und absorbiert eingedrungenes Wasser an seiner Oberfläche, anstatt Tropfen zu bilden, die ihn verschließen würden.

Wegen seiner großen Steifigkeit: Ende gerade auf den Nippel zulaufen lassen.

Durchsichtige PVC-Schläuche 5 x 1,5 sind akzeptabel, werden jedoch bei Kälte hart.

Man hüte sich vor billigen Schläuchen, ihr Sitz auf dem Nippel lockert sich: das Vario hört im unangenehmsten Moment auf zu funktionieren!

## Dichtigkeit

Die Leitung vom Messkopf der Düse bis zum Variometer muss luftdicht sein, soll die Qualität der Anzeige nicht leiden. Folgende oder jede andere geeignete Dichtigkeitsprüfung sollte **öfters** durchgeführt werden:

1. Gesamtdruckanschluss am SB-8 dicht verschließen (Schlauchstück mit Bolzen 6 mm Durchmesser Verschließen, keine Schraube!, oder Ende abschmelzen)
2. Schlauch vor dem Variometer zusammendrücken.
3. Düse dicht abschließen (Finger eines Freundes oder Klebeband)
4. Schlauch loslassen: Vario macht einen Anzeigeimpuls in Richtung Steigen.
5. Eine halbe Minute warten.
6. Düse öffnen. Daraufhin muss das Vario einen Zeigerausschlag von ungefähr gleicher Größe, aber in entgegengesetzter Richtung (Sinken) erzeugen, sonst ist in der Leitung ein Leck.

Sehr häufig liegt der Fehler an der Kupplung der Düse oder an lockeren Instrumentengläsern.

## Wechselwirkung von Variometern

Wird ein SB-8 alleine an einer Düse betrieben, dann gibt es gewöhnlich keine Probleme, weil der Luftdurchfluss sehr klein bleibt (Ausgleichsgefäß: 90 ccm). Liegen jedoch andere große Volumen (Feinvario mit Ausgleichsgefäß von 1 Liter oder sogenannte Böenfilter ) an der selben Düse, dann ist Vorsicht geboten: Die Anzeige des SB-8 kann durch den großen Luftfluss im System verfälscht werden. Ein Testflug mit abgetrennten restlichen Varios wird Antwort geben.

Auf gar keinen Fall dürfen sich in der Leitung zwischen SB-8 und der Düse Kapillaren oder sogenannte Böenfilter befinden: sie würden im besten Fall **nur** zu einer Verzögerung der Anzeige führen. Entgegen einer weit verbreiteten Meinung können Fehler der TE-Kompensation auf diese Weise nicht korrigiert werden, nur an der Düse selbst! ( Im Zweifelsfall "TE-Kompensation in der Praxis" konsultieren )

## 4. WARTUNG

### 4.1. Allgemeine Hinweise

Das SB-8 benötigt normalerweise keinerlei Wartung, trotzdem seien einige Hinweise gegeben, wie sichere Funktion und lange Lebensdauer gefördert werden können.

Die meisten Fälle von Versagen sind auf Lecks zurückzuführen! Als nächstes folgen Probleme mit elektrischen Kontakten (siehe unter "Elektrische Installation").

Allzu große Hitze tut keinem Gerät gut, deshalb sollte man das Flugzeug nicht stundenlang an der prallen Sonne stehen lassen, ohne die Haube abzudecken. Die Temperatur in einem abgedeckten Cockpit erreicht leicht 70 Grad Celsius. (Wir hatten schon Geräte, bei denen ein Loch in die Frontplatte aus Plastik gebrannt war). Das verursacht mindestens vorübergehende Messfehler, und dies bei **allen** Instrumenten. Wenn kein Tuch zum Abdecken vorhanden ist, wenigstens Haube offen lassen, dass die Luft zirkulieren und kühlen kann.

Man sollte alle Schläuche von Zeit zu Zeit - und vor allem vor der Flugsaison - nachprüfen: auf guten Sitz an den Anschlüssen, Undichtigkeiten, Knickstellen und Verklemmen. Verhärtete Schläuche ersetzen, besonders bei PVC-Schläuchen!

Geräte und Instrumentenschläuche vor Staub und Schmutz schützen!

Bei Reparaturen am Flugzeug erst alle Schlauchenden verschließen! (hier werden die meisten, und unglaubliche Sünden begangen)

Die Verkabelung ebenso wie alle Stecker, Schalter, Sicherungshalter, Sicherungen, sind von Zeit zu Zeit nachzuprüfen auf einwandfreie Isolation, gute Kontakte, Scheuer-, Knick-, Klemmstellen, um später mit Sicherheit auftretende Wackelkontakte oder Schlimmeres zu vermeiden.

Nur einwandfreie und neue, keine geflickten Sicherungen verwenden! Wenn ein Vario beim größten Streckenflug des Lebens ausfällt, dann tut das meist sehr weh. Und dies wäre dazu noch mit einem lächerlich kleinen Bisschen Aufwand zu vermeiden gewesen.

Anschlagen des Gerätes an irgendwelche Rumpfstruktur bei Start und Landung als Folge eines zu schlappen Instrumentenbrettes oder seiner Aufhängung ist absolut zu vermeiden (siehe auch: Mechanischer Einbau)

Eine altersschwache oder zweifelhafte Batterie sofort auswechseln, die Batterieanzeige hilft beim Beurteilen ihrer Gesundheit.

Eine Batterie muss routinemäßig - nach jedem Flug - nachgeladen werden. Dies tut nicht nur der Batterie gut, sondern man vermeidet auch die üblichen Probleme mit dem Funk (und dem Vario), die auf leere Batterien zurückzuführen sind, und die oft seriöse Konsequenzen haben.

### 4.2. Kontrollen

Mechanischer Nullpunkt:

Normalerweise ist der Nullpunkt kein Problem, man sollte ihn jedoch kontrollieren, weil dies einfach ist.

Durch einen extrem harten Stoß, beim Versand z.B., kann eine Spiralfeder des Messwerks sich verschlingen, der Zeiger steht dann meistens um etwa 0,5 m/s falsch und hat große Reibung. Hier muss das Gerät zurückgeschickt werden. (Vielleicht kann ein Uhrmacher das Problem lösen.)

Elektrischer Nullpunkt:

Pneumatische Anschlüsse dicht verschließen, Flugzeug eine Stunde bei konstanter Temperatur (z.B. in der Halle) stehen lassen, bei eingeschaltetem Gerät.

Vario

Betriebsart "Vario" schalten. Die Anzeige sollte jetzt höchstens +/- 0,1 m/s vom mechanischen Nullpunkt weg stehen. Falls nicht, siehe 5.2. (Nach langer Ruhezeit, mehrere Wochen oder Monate z.B. kann anfangs ein größerer Nullpunktfehler auftreten, er muss jedoch nach einigen Minuten wieder verschwinden)

Sollfahrtgeber

Polarschalter ganz nach rechts drücken. Falls die Anzeige des eingebauten Messwerks größer ist als eine Zeigerbreite: Fahrtgebernulldpunkt nachregeln (siehe 5.2.).

Nachprüfung der Fahrtmessung:

Zu beachten: Der Messdruck entspricht dem doppelten Staudruck: (Gesamtdruck - Totalenergiedruck = 2 mal Staudruck). Will man die Fahrmessung am Boden nachprüfen: doppelten Staudruck aufblasen (Anzeige des Fahrtmessers multipliziert mit 1.4142).

### **4.3. Reinigung des Gerätes**

Zur äußeren Reinigung des Gerätes, der Scheibe z.B., keine scharfen Lösungsmittel wie z.B. Nitroverdünnung oder Tetra verwenden, denn sie beschädigen oder zerstören gar die Kunststoffteile. Unschädlich sind Feuerzeugbenzin, Terpentin, höchstens 40 prozentiger Alkohol.

Die Scheibe vor dem Messwerk ist aus Polycarbonat und empfindlich gegen Reibungselektrizität. Sie sollte möglichst nicht trocken gerieben werden. Falls nötig, mit Antistatik-Mittel einreiben, um Beeinflussung des Zeigers zu vermeiden.

## **5. EINSTELLUNG UND PROGRAMMIERUNG**

### **5.1. Allgemeines**

Normalerweise ist das Gerät vom Hersteller justiert und nach Angaben des Kunden programmiert. Dieses Kapitel dient daher nur dem Fall, dass der Kunde selbst eine Änderung vornehmen will.

Für sämtliche Einstellungen muss eine der 2 Halbschalen entfernt werden. Zu diesem Zweck die entsprechenden 6 selbstschneidenden Senkschrauben herausdrehen und die Halbschale nach oben, bzw. nach unten herausziehen.

Niemals beide Schalen gleichzeitig entfernen, da sonst das Gerät nicht mehr zusammenhält.

Nach Beendigung der Einstellung die Schale wieder montieren.

**VORSICHT!**

Beim Montieren der Halbschalen die selbstschneidenden Schrauben vorsichtig erst rückwärts drehen, bis sie in ihren alten Gewindegang fallen, dann erst vorwärts drehen (jeder neue Gewindegang schneidet vom Gewinde etwas weg: die Schraube hält bald nicht mehr).

Beim Montieren der unteren Schale darauf achten, dass die dünnen Schläuche der Sensoren nicht eingeklemmt werden.

Auf Sauberkeit achten: Selbst nicht sichtbare magnetische Partikel können das Messwerk empfindlich stören!

Vor jeder Manipulation am Gerät auf jeden Fall den Batteriestecker des Flugzeugs herausziehen!

Keine lackierten Potentiometer verstellen: Eichung geht verloren!

### **5.2. Nachstellen des elektrischen Nullpunkts der Geber**

Verfahren wie in 4.2. beschrieben. Batteriestecker ziehen, obere Halbschale abnehmen, Gerät wieder anschließen. Zur Justierung die im Foto auf der Umschlag-Innenseite identifizierten Einstell-Potentiometer mit einem kleinen Schraubendreher - ohne Gewalt - drehen, bis Nullpunkte stimmen (für Variogeber auf "3s" schalten). Batterie abschließen, Halbschale wieder montieren.

### **5.3. Eichhöhe**

Normalerweise ist das Gerät auf eine Eichhöhe von 1200 m eingestellt (siehe 2.8.). Zur Umstellung auf 3000 m die Federn der beiden Programmierschalter auf der hinteren Platine (Foto letzte Seite) in die zugehörigen Häkchen einhängen.

### **5.4. Tongenerator**

Falls nicht ausdrücklich vom Kunden anders gewünscht, ist der frequenzmodulierte ILEC-Ton programmiert.

Zur Umschaltung auf unterbrochenen Ton die rechte der 3 Federn des Programmierschalters (Foto letzte Seite) vom zweiten Häkchen von rechts in das ganz rechte umhängen.

Wird ein Zweiklang gewünscht, dann eine der beiden linken Federn aushängen.

Für den Einzelton beide Federn aushängen.

Zur Einstellung der Frequenz des Grundtons und der Frequenz der Modulation die entsprechenden Potis drehen.



Das Totband des Sollfahrtrons wird vom Hersteller auf +/- 15 km/h eingestellt. Durch Drehen des rechten Potis nach rechts (im Uhrzeigersinn) wird es kleiner.

Anmerkung:

Man sollte die Wirkung einer Änderung am Tongenerator ausprobieren. Dazu das Gerät mit offener oberer Halbschale an den Stecker im Flugzeug anschließen und einschalten. Mit einem kurzen rückwärts geschlossenen Schlauchstück am TE -Nippel durch Drücken ein Variosignal erzeugen und Ton verfolgen. Für den SFG-Ton auf SF schalten.

## 5.5. Programmierung der Polaren

Soll die vom Werk eingestellte Programmierung geändert werden, dann muss die linke/untere Halbschale entfernt werden. Die 4 Programmierschalter auf die neuen Polarenparameter einstellen (Foto letzte Seite).

Die Parameter für die gängigen Flugzeugtypen sind beim Hersteller, oder für das Ausland, bei seinem Vertreter, vorhanden und werden auf Anfrage mitgeteilt. Für andere Fälle steht eine schriftliche Anweisung zum Berechnen der Parameter zur Verfügung.

## 5.6. Anzeige-Optionen

Die im Kapitel "Anzeige" beschriebenen Optionen werden, wie in der Tabelle unten aufgelistet, mit Hilfe der Programmierschalter auf der zweiten Platine von vorne festgelegt.

Option	Obere Feder	Untere Feder
M = Einblock	offen	oben einhängen
B = Zweiblock (Vario an RAZ)	offen	unten einhängen
V = Varioanzeige am SB-8	eingehängt	oben einhängen
I = Mittelwertanzeige am SB-8	eingehängt	unten einhängen

## 6. REPARATUR

Das Gerät ist mit viel Sorgfalt produziert worden. Um Anfangsfehler, die bei allen Komponenten auftreten, zu finden, wurde es lange Zeit vor seiner Auslieferung betrieben. Trotzdem treten rein statistisch Ausfälle und Fehler auf, Fehler, die wir nicht eliminieren können. Sollten Sie einmal ein solches Problem haben, dann prüfen Sie bitte erst nach ob alles gemacht wurde, wie in diesem Handbuch aufgezeigt (vor allem bei einem neuen Gerät. Sollte das Gerät schon längere Zeit zu Ihrer Zufriedenheit gearbeitet haben, dann ist wahrscheinlich ein Komponentenausfall schuld. Am Anfang der Flugsaison sind oft die Batterien am Ende! oder es haben sich Lecks entwickelt).

In dem bedauerlichen Fall einer nötigen Reparatur rufen Sie uns an, oder schicken Sie das Gerät sofort zurück, nicht erst wenn Sie anfangen wollen zu fliegen. Wir bemühen uns alle Reparaturen innerhalb einer Arbeitswoche zu erledigen. Meist haben Sie das Gerät zum nächsten Wochenende wieder zurück, wenn Sie es uns am Montag schicken.

Um es so schnell und sicher wie möglich zu machen, schicken Sie es am besten als Expresspaket. Eine solche Sendung erreicht uns nicht nur innerhalb eines Tages, sie wird auch noch sehr schonend behandelt.

Beschreiben Sie auf jeden Fall den Fehler so genau wie möglich auf einem Stück Papier und geben Sie uns Ihre Telefonnummer für Rückfragen. Sie erleichtern uns damit die Suche und beschleunigen damit die Erledigung der leidlichen Angelegenheit (Verfahren Sie ansonsten wie am Anfang des Kapitels Einbau beschrieben).

## 7. DAS VARIOMETER SB-8 IM FLUGE

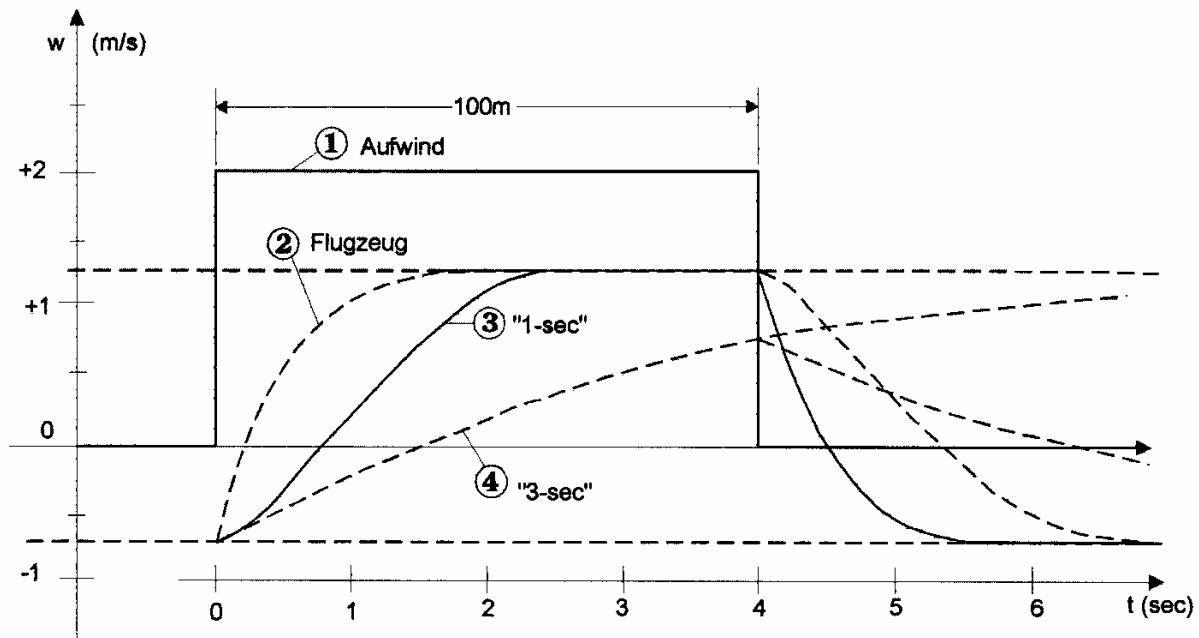
Um dem Benützer des SB-8 zu helfen, aus der Information, die er vom Instrument angeboten bekommt, den größten Nutzen zu ziehen, wurde das folgende Kapitel geschrieben. Die Mühe es zu lesen lohnt sich, weil dieser Stoff selten oder überhaupt nicht in der allgemeinen Literatur über den Segelflug angeboten wird.

### 7.1. Die 1-Sekunden- und die 3-Sekunden-Anzeige

Um das Verhalten der zwei unterschiedlichen Filter zu zeigen, wurde in Abb. 2 aufgezeichnet, was beim Durchfliegen eines idealisierten Aufwindes nacheinander geschieht. Als Flugzeug wurde ein Standardsegler mit normaler Flächenbelastung angenommen, die Fluggeschwindigkeit betrage 90 km/h und bleibe auch beim Durchfliegen des Aufwindes konstant.

Die dick ausgezogene, rechteckige Kurve 1 zeigt den Aufwind über der Zeitachse: Vor dem Aufwind herrscht Ruhe, innerhalb steigt die Luft mit 2 m/s, sein Durchmesser beträgt 100 m.

Vor dem Einfliegen sinkt das Flugzeug gleichmäßig mit 0,7 m/s. Beim Einfliegen wird es nach oben beschleunigt, man spürt dies deutlich am Sitzdruck. Der Übergang zur neuen Vertikalgeschwindigkeit des Flugzeugs von 1,3 m/s vollzieht sich schnell, mit einer Zeitkonstante von 0,4 s. Die Böenbeschleunigung ist am Anfang 0,5 g, der Beschleunigungsmesser springt von 1 g auf 1,5 g. Beim Ausfliegen spielt sich das Gleiche, jedoch diesmal nach unten ab. Kurve 2 zeigt das Verhalten des Flugzeugs. Kurve 3 zeigt die Anzeige des 1s-Filters: Nach kurzer Verzögerung von etwa 0,2 s schwingt die Anzeige schnell hoch, nach 2 s sind schon 90 % der Änderung, nach 2,5 s 100 % des wirklichen Flugzeugsteigens von 1,3 m/s erreicht. Die Anzeige bleibt stehen bis zum Ende des Aufwindfeldes und fällt dann wieder genau so schnell auf die ursprüngliche Sinkgeschwindigkeit zurück.



Flugzeug: Standardklasse, 30 kg/qm, 90 km/h

Abbildung 2: Durchfliegen eines Aufwindfeldes

#### ANMERKUNG:

Um mit einem Filter 1. Ordnung eine ähnlich schnelle Anzeige zu erhalten, müsste seine Zeitkonstante 1 s betragen. Ein solches Filter wäre bei normalem Wetter unbrauchbar, da es wegen seiner durch Turbulenz hervorgerufenen dauernden Bewegung nicht mehr ablesbar wäre.

Kurve 4 zeigt das Verhalten des langsamen 3s-Filters, das dem einer Stauscheibe entspricht: Das Ausgangssignal kriecht langsam hoch. Um 90 % der Änderung des Eingangssignals zu erreichen, müsste man 7 s warten. Am Ende des Aufwindfeldes ist es gerade bei 0,8 m/s angekommen (Endwert wäre hier 1,3 m/s !).

Welches Filter benutzt man am besten zur Thermiksuche? Da das Hauptproblem hier im Unterscheiden zwischen Böen und nutzbaren Aufwinden besteht, kurz folgende Betrachtung: Der Durchmesser eines normalen Thermikkreises beträgt 150 m. Diese Strecke wird in etwa 6 s durchflogen. Damit kann man sagen, dass sich das Eindrehen in den Aufwind erst lohnt, wenn das Steigen 3 bis 5 s anhält, und außerdem noch die gesuchte Mindeststärke aufweist, es sei denn, man ist überzeugt, einen Aufwind nur am Rande erwischen zu haben. Wir können daher für das schnelle Filter eine sehr einfache Regel aufstellen: Steigt die Varionadel auf das erwartete Steigen, dann bis 3 zählen. Steht die Anzeige jetzt noch, einkurven. Diesen Bart kann man in 9 von 10 Fällen auch zentrieren. Fällt sie bereits wieder, dann weiterfliegen.

(Ein Zahn muss gezogen werden: Kein Vario dieser Welt kann voraussagen, wie das mittlere Steigen im gerade angenommenen Bart letztlich aussehen wird. Der gute Pilot kann das, weil er unendlich viel mehr sieht als das Vario, ein Vario kann es erst **nachdem** der Kreis geflogen worden ist, nicht vorher.) Hat man das langsame Filter eingestellt, dann muss man nicht nur die Stellung des Zeigers, sondern auch noch seine Tendenz beobachten: Steigt er nach ca. 3s noch, dann einkurven. Bleibt er stehen, oder fällt er wieder, dann weiterfliegen.

## 7.2. Turbulenz und Böen

Alles was kürzer dauert als ein brauchbarer Aufwind, ist nur störend, insbesondere die so weit verbreiteten, selten als solche erkannten Horizontalböen oder -turbulenzen. Deshalb wäre es schön, wenn ein Vario diese kurzen "Böen" unterdrücken würde.

(Die Unterdrückung von Horizontalböen beim TE-Vario ist prinzipiell unmöglich, letzten Endes weil es sein Messprinzip ist, "Knüppelthermik" zu eliminieren. Man kann als Ausweg sowohl Fahrt als auch Vertikalgeschwindigkeit des Flugzeugs jeweils einzeln betrachten, und daraus dann schließen: Man muss - wenigstens für kurze Zeitintervalle - auf die Kompensation der Knüppelthermik verzichten, d.h. ein einfaches Höhenvario betrachten, das TE-Vario dann später ablesen und aus dem Vergleich der beiden Signale seine Schlüsse ziehen. Der gute Pilot tut etwas Ähnliches dauernd, und sogar mehr als das. Das ganze spielt sich unbewusst in seinem Gehirn ab. Er benützt dazu alle seine Sinne. Deswegen seine hohe Konzentration).

Fürs erste muss man sich damit begnügen, "Böen" so gut es eben geht herauszufiltern, ohne allzu viel an Reaktionsschnelligkeit zu verlieren. Dies ist schon schwierig genug.

Um den Einfluss einer Bö auf die Anzeige des Varios zu zeigen, sei folgender Fall angenommen: Ein Standardsegelflugzeug fliege im Gleitflug mit 150 km/h. Es fliege zum einen in ein Aufwindfeld mit 2 m/s meteorologischer Steiggeschwindigkeit, zum anderen in eine Windscherung, oder was die gleichen Auswirkungen hat, einen Luftwirbel mit horizontaler Achse, derart, dass die Fahrt um 2 m/s zunimmt. Was passiert in den beiden Fällen?

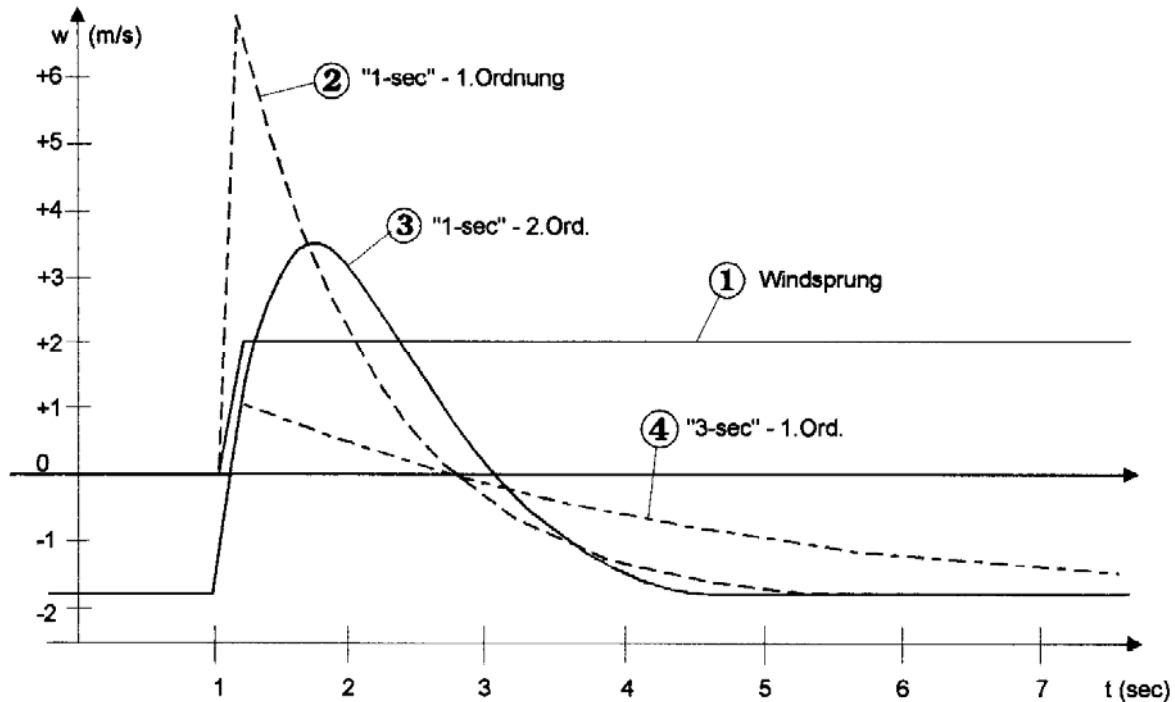
Abbildung 2 zeigt es für den ersten Fall, das Einfliegen in den Bart, mit dem einzigen Unterschied, dass die anfängliche Sinkgeschwindigkeit 1,8 anstatt 0,7 m/s beträgt, und dass der Beschleunigungsstoß deswegen hier etwas stärker ausfällt. Der Beschleunigungsmesser würde in diesem Fall von 1,0 g (der Anzeige vor dem Einfliegen in den Bart) auf 1,8 g springen, man würde das gut am Sitz spüren, und am Ende wieder auf 1,0 g zurückfallen. Beide Ereignisse würden sich in etwa 0,3 s, also ziemlich schnell, abspielen.

Abb.3 zeigt den Fall der Horizontalbö: Die Fahrt springt (der Fahrtmesser ist zu unempfindlich dafür) von 150 auf 157 km/h. Der wichtigste Unterschied zum Einfliegen in einen Aufwind ist die Vertikal-Beschleunigung: Hier sind nur 0,2 g zu spüren (rund 1/5 von vorher). Die weitere Flugbahn wird hauptsächlich durch die Reaktion des Piloten am Knüppel bestimmt: Er kann mit erhöhter Fahrt weiterfliegen oder seine dazu-gewonnene kinetische Energie in Höhe umsetzen (in diesem Beispiel wären das stolze 8,7 m !) und danach mit seiner ursprünglichen Fahrt weiterfliegen. Auf die TE-Vario-Anzeige hat das Manöver jedoch praktisch keinen Einfluss: Das TE-Vario "sieht" am Anfang einen Staudrucksprung, der exakt dem oben erwähnten Höhensprung von 8,7 m entspricht. Es interpretiert diesen Drucksprung völlig richtig als Energiegewinn und zeigt einen positiven Ausschlag (dieser ist

proportional zur potentiell zu gewinnenden Höhe. Seine Größe und Dauer hängt vom Ausgangsfilter des Varios, oder der "Antwort" ab). Nach der Bö ist es dem TE-Vario gleichgültig, ob der potentielle Höhengewinn umgesetzt wird oder nicht, denn ein Gewinn an Totalenergie findet ja nicht statt, sondern nur ein Austausch zwischen potentieller und kinetischer Energie.

Trotzdem: der Zeigerausschlag ist hier größer als beim Einfliegen in den Bart. Die Anzeige klingt wieder ab, wie schnell, das hängt von der Art des Filters ab (bei manchen Varios braucht man kein Filter, weil der Geber selbst langsam ist und deshalb als Filter wirkt.)

Die langsame 3s-Antwort kann hier Energiegewinn vortäuschen, der nicht mehr vorhanden ist (durch ihre Langsamkeit). Die schnelle 1s-Antwort des SB-8 (nicht zu verwechseln mit der üblichen Antwort 1. Ordnung, die viel nervöser ist !) schwingt anfänglich höher, kommt aber viel schneller wieder zurück.



**Abbildung 3: Einfliegen in eine Horizontalbö**

Man sollte nicht vergessen, dass in der Praxis die Turbulenzen, genau so wie die Bärte selten so scharf sind, wie hier der Anschaulichkeit wegen angenommen. Die vordere Flanke der Anzeige wird meist runder sein als in den Abbildungen 2 und 3 gezeigt.

Welche Lehren sind nun aus diesem Tatbestand für die Fliegerische Praxis zu ziehen?

1. Wenn das Vario schnell ansteigt, ohne von einer starken Aufwärtsbeschleunigung begleitet zu sein, dann handelt es sich in der Regel um eine Horizontalbö. Man kann den Fahrtüberschuss herausziehen, muss jedoch damit rechnen, bald hinterher wieder nachdrücken zu müssen, weil ein negativer Sprung folgt.
2. Wenn das Vario nach einem Beschleunigungsstoß nach oben schnell positiv ausschlägt, dann wird meistens ein Aufwind da sein.
3. Besonders bei schwacher Thermik steigt das Vario meistens langsam an. Im Prinzip kann sich jetzt ein großflächiges Aufwindfeld ankündigen, dies muss aber nicht so sein. Meist wird man hier keine einzelnen Beschleunigungssignale spüren, und man muss sich ganz auf die Varioanzeige und sein Gefühl verlassen.

Neuere Messungen zeigen, dass die Fronten der Aufwinde meistens sehr unscharf sind, dies ist der Grund weshalb keine deutlichen Beschleunigungen auftreten können.

Im Fall 3 empfiehlt es sich, die Fahrt zu reduzieren und die Varioanzeige aufmerksam zu beobachten.

### 7.3. Die Mittelwertanzeige (Integrator)

Die bei weitem wichtigste Größe beim Streckenflug ist die mittlere Steiggeschwindigkeit beim Kreisen in der Thermik. Sie entscheidet ob der Aufwind, in dem man sich gerade aufhält, gut genug ist, das gesteckte Ziel zu erreichen. Weiter spielt sie eine entscheidende Rolle bei der Einstellung des McCready-Wertes und damit für die Gleitgeschwindigkeit. Weil man das mittlere Steigen zwischen 50 und 100 % zu stark einschätzt, wenn man sich nur auf die Varioanzeige und sein Schätzvermögen verlässt, ist im SB-8 ein Mittelwertfilter eingebaut (Meist Integrator genannt). Abbildung 4 zeigt das Verhalten des SB-8 Mittelwertfilters beim Einfiegen und anschließenden Kreisen in einem Aufwind von konstant 2 m/s Steigen.

Das Flugzeug, Kurve 2, beschleunigt sehr schnell auf seine neue Vertikalgeschwindigkeit von 1,3 m/s, wobei das etwas verstärkte Eigensinken im Kurvenflug vernachlässigt wurde. Nach einem Vollkreis, genau nach 25 Sekunden, zeigt das sogenannte 30s-Filter, wie es auf der Frontplatte der Einfachheit wegen genannt wird, die neue Vertikalgeschwindigkeit an (Kurve3).

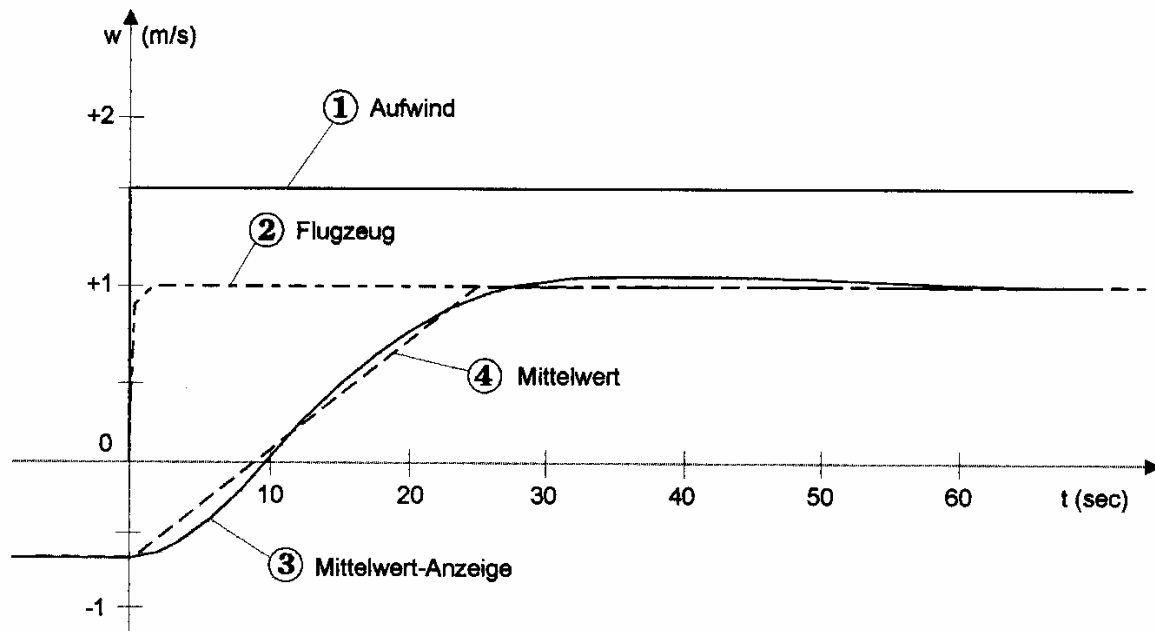


Abbildung 4: Mittelwertanzeige

Man beachte, dass nach der Zeitspanne, die man zu einem Vollkreis braucht, egal wo man nun angefangen hat zu rechnen, der Mittelwert zur Verfügung steht. (Bei schlechteren Integratoren dauert dies erheblich länger, beim meist verwendeten einfachen Filter 1.Ordnung z.B. das doppelte der Zeit, d.h. der Mittelwert des **vorletzten** Kreises wird angezeigt, nicht der des **letzten** Kreises. Die Anzeige stimmt auch dann noch, wenn der Aufwind sehr unregelmäßig ist, beispielsweise zwischen 0 und 4m/s schwankt, hier zeigt ein schlechter Integrator nicht mehr gut an).

Lässt der Aufwind nach, dann ist dies sofort an der Mittelwertanzeige zu sehen.

Wir halten fest: Die Mittelwertanzeige liefert **laufend** die mittlere Vertikalgeschwindigkeit der letzten 25 Sekunden. Anders gesagt, das mittlere Steigen auf dem letzten Vollkreis, oder das sogenannte integrierte Steigen.

### 7.4. Der Sollfahrtflug

Es soll hier nicht auf Bekanntes eingegangen werden, siehe Fachliteratur, z. B. "Reichmann". Es werden hier lediglich Hinweise für das Steuern des Flugzeugs und die Interpretation des Sollfahrt-Signals gegeben.

Einstellen der Flächenbelastung: Momentanes Gesamtgewicht in kg (Rüstgewicht + Pilotengewicht + Fallschirm + Wasserballast) geteilt durch die Flügelfläche in qm. (Fast alle Flugzeuge mit 15 m Spannweite haben ungefähr 10 qm Flügelfläche. Da es auf hier auf Genauigkeit überhaupt nicht ankommt, ungefähr 1/10 des Gesamtgewichts nehmen).

Entsprechend dem Verschmutzungsgrad der Flügelnase wählt man die N-Polare oder die X-Polare, diese letztere bei etwa 1 Fleck alle 5 bis 10 cm oder schlechter.

Die bei weitem wichtigste Größe ist der McCready-Wert, der je nach der taktischen Situation eingestellt werden muss. Die Basis für diese Einstellung ist immer der Mittelwert des erwarteten Steigens (man schätzt ihn natürlich auf der Basis des erfolgten Wertes und der Wettersituation voraus, die ja nun wirklich nur der Pilot wissen kann). Besondere taktische Situationen erfordern besondere Werte: Überfliegen eines noch fernen Hindernisses z.B.

Sogar große Abweichungen vom optimalen Wert führen zu relativ sehr kleinen Verlusten an Reisegeschwindigkeit. Deshalb, will man zu große Risiken vermeiden, mit reduzierter Einstellung fliegen.

Es nützt nicht nur nichts, sondern schadet nur der Kondition des Piloten, wenn man blind der Nadel folgt und "turnt". Deshalb Fahrt nur anpassen, wenn ein Sollfahrtfehler länger stehen bleibt, oder zu bleiben droht!

Das Signal aufmerksam verfolgen, und nur dann reagieren, wenn es sich lohnt! (Man z.B. sich anschickt durch ein langes Saufgebiet zu fliegen).

NOTA BENE: Die vorzunehmende Korrektur der Fahrt muss immer eine taktische Entscheidung des Piloten, einer bestimmten Situation angemessen, bleiben. Es gibt hier keinen Automatismus!

Wie ändert man die Geschwindigkeit beim Sollfahrtfliegen?

Es gibt 2 Methoden, die Fahrt - in einer kontrollierten Art - anzupassen. sie sind leider nicht bekannt. (da es anders einfach nicht geht, wie 1000 mal bewiesen durch schlechte Sollfahrtsysteme, hat das SB-8 einen Rechner, der den Unterschied zwischen der tatsächlich geflogenen Fahrt und der optimalen Fahrt, geeicht in km/h anzeigt).

Die Anpassung geschieht folgendermaßen:

1. Man gewöhnt sich an, jedes Mal wenn man die Fahrt ändern will, die Nase des Flugzeugs um den gleichen Winkel nach oben zu ziehen oder nach unten zu drücken, um jeweils 15 Grad gegen die normale Fluglage z.B. Man behält diese neue Lage bei für eine Zeitspanne die gerade ausreicht, dass das Flugzeug die Fahrterhöhung, bzw. -erniedrigung macht. Nach kurzer Zeit geht das automatisch, d.h. die Zeitspanne wird vom Piloten von vornherein richtig gewählt, er braucht gar nicht mehr auf den Fahrtmesser zu schielen, um nachzusehen ob er die neue Fahrt schon erreicht hat.

Das Ganze funktioniert deshalb sehr gut, weil bei dieser Methode die Zeitspanne, während der die Nase geneigt bleibt, proportional zur vorzunehmenden Fahrtänderung ist: Man dosiert die Zeitspanne und damit die Fahrtänderung!

2. Leute, die die obige Methode schon beherrschen, können jetzt die Zeitspanne, während der verzögert oder beschleunigt wird, konstant halten. Sie müssen jetzt aber die Neigungsänderung dosieren. Diese Methode passt sich besser dem Wetter an: Man fliegt sanfter bei schwachem, härter bei starkem Wetter.

Meistens kommt man nach einiger Erfahrung mit dem SB-8 automatisch dazu, die beiden Methoden miteinander zu kombinieren.

Worauf es ankommt: Für eine bestimmte Zeitspanne die Längslage um einen bestimmten Winkel zu ändern, und dies bewusst im voraus. Es ist falsch, zu warten bis der Fahrtmesser den gewollten Wert anzeigt, oder noch schlimmer, der Sollfahrtgeber Null. Man "pumpt" dann meistens hin und her.

## **7.5. Thermiksuche mit dem Sollfahrtgeber**

Hier sind 2 Fälle zu unterscheiden:

1. Bei einer plötzlichen Änderung der Anzeige des Sollfahrtgebers verfährt man am besten nach dem im Abschnitt 7.1. gesagten, indem man die Sollfahrtgeberanzeige als Varioanzeige benützt. Jedoch Vorsicht, ihr Nullpunkt ist verschoben, man sollte die Fahrt nicht zu stark ändern, da sie einen Einfluss auf die Anzeige des Sollfahrtgebers hat.

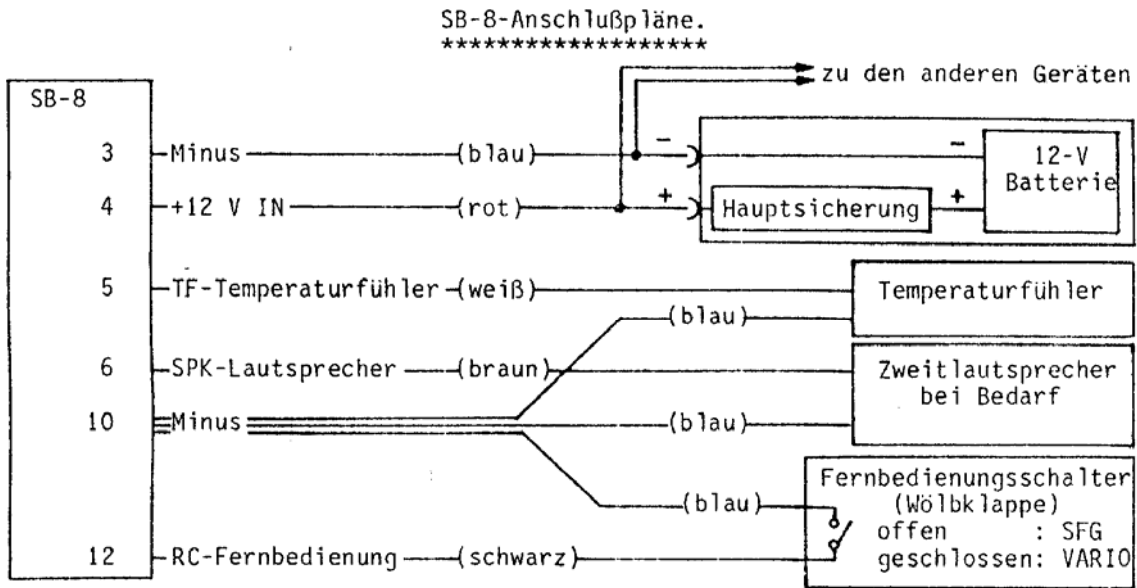
Das Zeitverhalten des Sollfahrtgebers ist die 3s-Antwort. (Im betrachteten Fall ist eine dauernde Varioanzeige sehr nützlich). Bei Bestätigung des Verdachts dann auf Vario umschalten und mit dem Vario weitersuchen.

2. Im Falle eines langsamen Anstiegs der SFG-Anzeige wird man automatisch durch den SFG auf langsamere Fahrt hin gesteuert. Wenn man bei der Fahrt des geringsten Sinkens angekommen ist und die SFG-Nadel immer noch auf Null oder höher steht, dann befindet man sich in einem Aufwind, der momentan mindestens ebenso stark ist wie der eingestellte McCready-Wert. Spätestens hier sollte man aufmerksam werden. (Der erfahrene Pilot hat meistens schon am Hintern gemerkt, dass etwas los ist, und entsprechend gehandelt)

### **7.6. Einfluss der Normalbeschleunigung auf die TE-Vario-Anzeige**

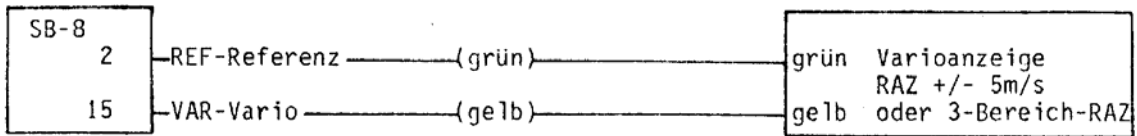
Beim Abfangen, insbesondere bei NIEDRIGEN Geschwindigkeiten, treten infolge des erhöhten Lastvielfachen zum Teil drastische Erhöhungen des Eigensinkens auf. Diese zusätzlichen Energieverluste werden natürlich von einem guten TE-Vario angezeigt. Sie sind nicht mit Fehlern der Kompensation zu verwechseln. Während des Andrückens bei niedriger Geschwindigkeit wird das Eigensinken dagegen stark verringert, es kann bis nahe an Null heran gehen. (Der Einfluss der Luftsäule in Längsrichtung kann dazu beitragen, dass die Varioanzeige sogar über Null hinausgeht. Wohlgemerkt: in ruhiger Luft. Letzteres ist ein echter Messfehler, der Einfluss der Beschleunigung dagegen nicht, die angezeigten Verluste sind reell!).

# ANHANG A: SB-8 Schaltpläne

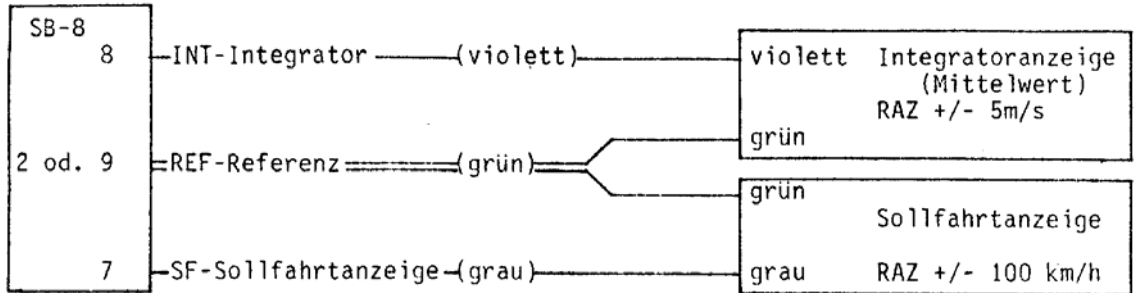


Schaltbild 1: Anschluß des Hauptgerätes (Einblockausführung)

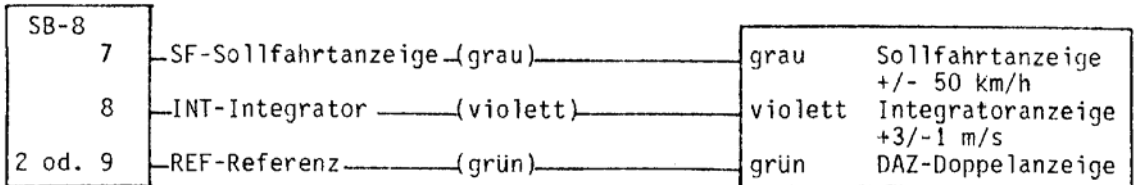
Die folgenden Schaltbilder zeigen die Verkabelung der Zweitanzeigen:



Schaltbild 2: Option B (Zweiblock mit ständiger Varioanzeige)

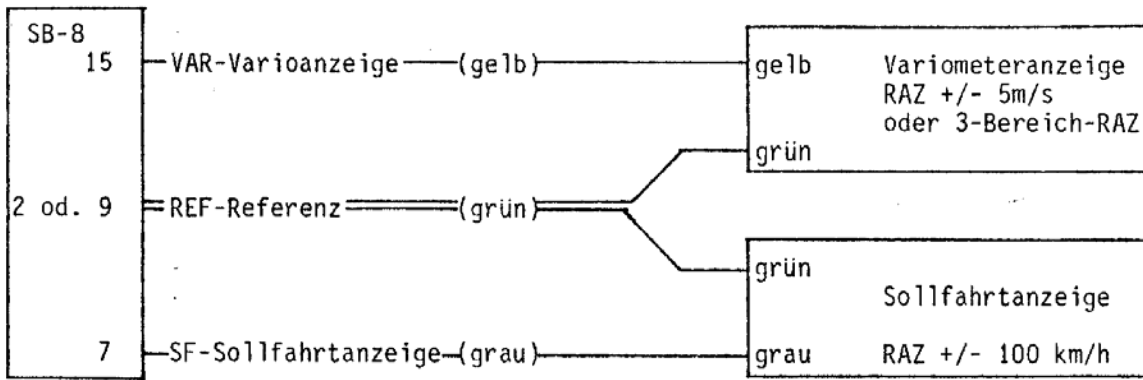


oder:



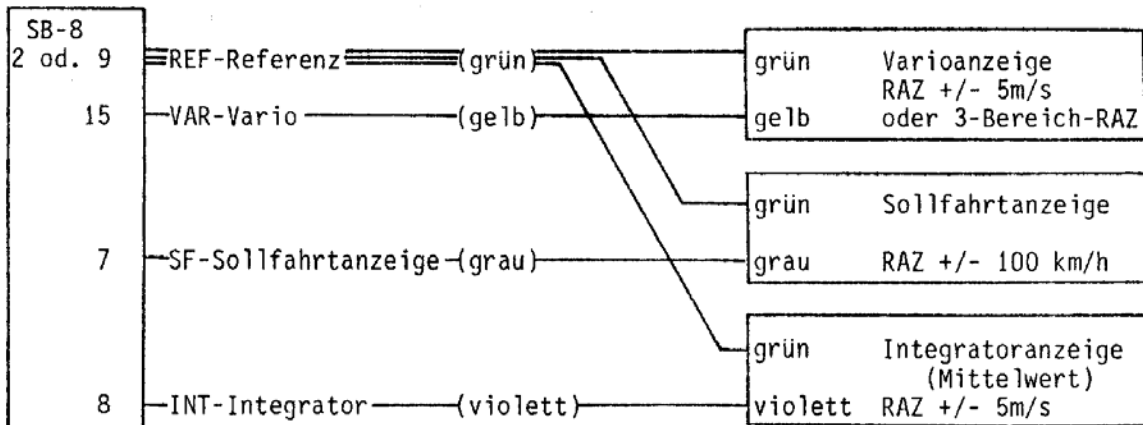
Schaltbild 3: Option V (Hauptgeräteanzeige immer Variometer)



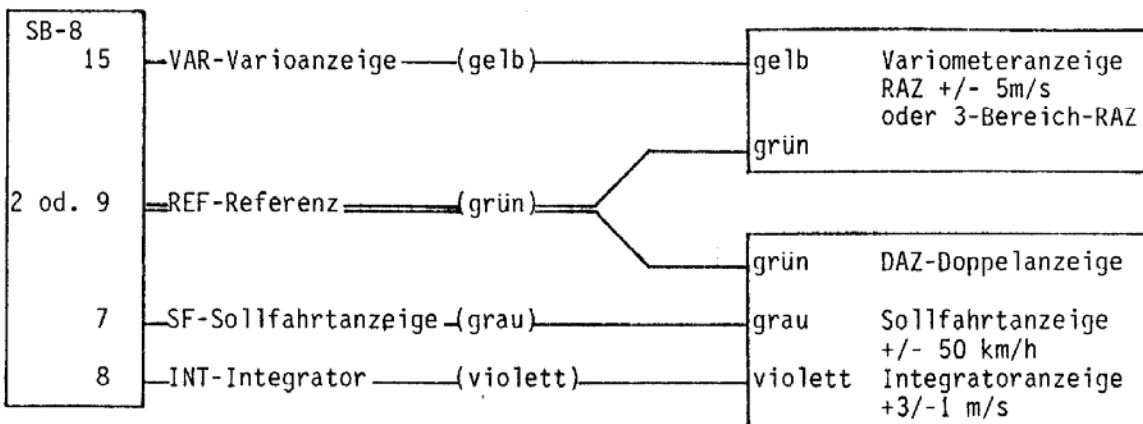


Schaltbild 4: Option I (Hauptgeräteanzeige immer Integrator)

Die folgenden Schaltbilder zeigen die Verkabelung der Zweitanzeigen des hinteren Instrumentenbrettes bei Doppelsitzern:



Schaltbild 5: Doppelsitzer (hinteres Instrumentenbrett mit 3 Anzeigegeräten)



Schaltbild 6: Doppelsitzer (hinteres Instrumentenbrett mit 2 Anzeigegeräten)

## ANHANG B: SB-8 Innenansicht

# SB-8

Eichhöhe: offen = 1200m; geschlossen = 3000m  
calibration altitude: open = 1200m; closed = 3000m  
altitude de calibration: ouvert = 1200m; fermé = 3000m

Einstellung: Temperatur  
Adjustment: Temperature  
Ajustage: Temperature

Einstellung: Fahrt-Null  
ajustment: speed zero  
ajustement: zéro de la vitesse

Programmierung: Tongenerator  
Programming: Audio  
Programmation: Audio

Grundfrequenz bei Null  
base frequency at zero  
fréquence de base au zéro

Modulationsfrequenz im Steigbereich  
modulation frequency in climb  
fréquence de modulation en montée

Totband / dead band / bande de silence

Anzeigeschalter  
indicator switch  
commutation indicateur

Einstellung: Variometer-Null  
adjustment: variometer zero  
ajustage: variomètre zéro

N 2  
N 1  
X 2  
X 1

Polarenprogrammschalter  
polar coding switch  
encodeur pour polaire

**Achtung:** Lackierte Potentiometer nicht verstellen!  
**Caution:** Do not touch sealed potentiometers!  
**Attention:** Ne pas toucher les potentiomètres scellés!