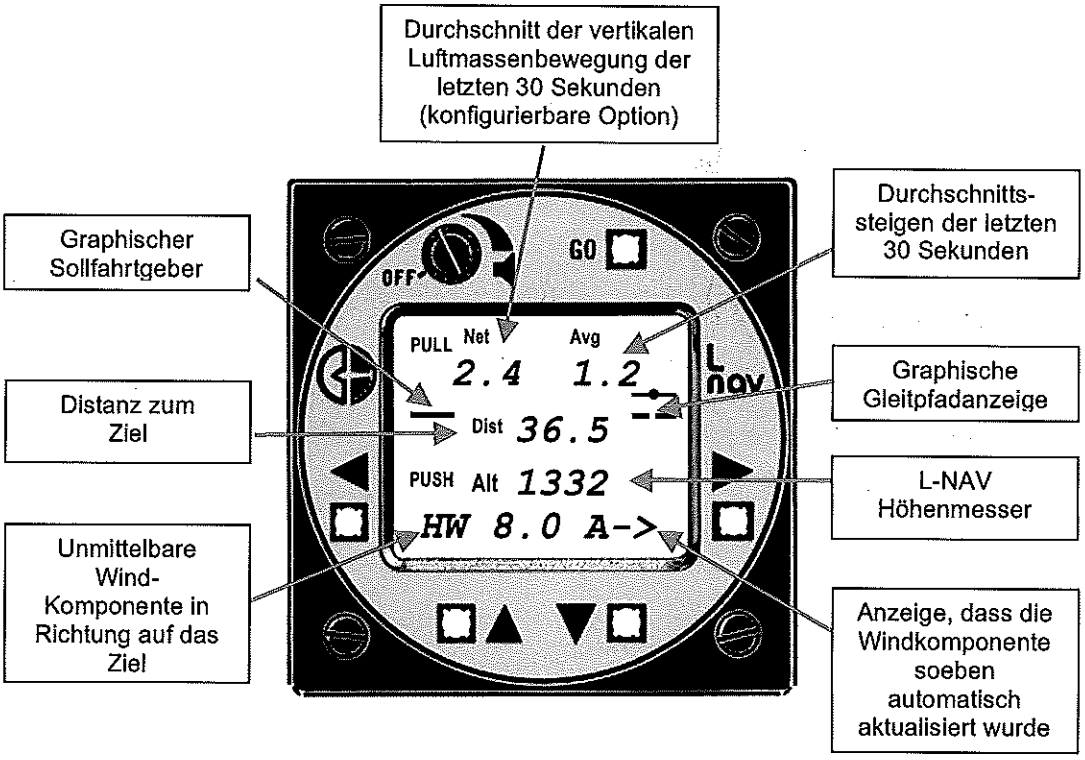
Cambridge Aero Instruments
L-NAV Navigations-Computer Version 5.8

Handbuch gilt auch für SNAV 7.9 / 8.9

Februar 2004



Garantie

Für alle Cambridge Aero Produkte wird eine zweijährige Garantie gewährleistet. Die Garantiezeit beginnt mit dem Kaufdatum. Die Garantie beschränkt sich auf die Verwendung der Geräte in Segelflugzeugen und umfasst Fehler in der Verarbeitung und/oder des Materials. Das Gerät muss zum Hersteller oder einem autorisierten Servicebetrieb zurückgeschickt werden. Diese Garantie erlischt, wenn die Schäden ihre Ursache in einem Unfall, durch fehlerhafte Behandlung oder in einem Reparaturversuch durch nichtautorisierte Personen haben.

Cambridge Aero Instruments
TEKK Würmhalde 1
71134 AIDLINGEN
T 07034-652313; F –14 kkeim@t-online.de
www.cambridge-aero.com

L-NAV Version 5.7 Benutzer-Handbuch

1. Einleitung **2**
1.1 Über das L-NAV 2
1.2 Neuerungen der Programmversion 5.7 2
2. Bedienung des L-NAV **4**
2.1 Die L-NAV Bedienungsoberfläche – Funktionen der Tasten 4
2.2 LCD Anzeige ohne GPS 4
2.3 Das Variometer und das Audio 5
2.4 Optionale akustische Warnsignale des L-NAV 7
2.5 Optimale MacCready-Einstellung für den Überlandflug 7
2.6 Endanflug unter Berücksichtigung der Gesamtenergie des Segelflugzeugs 8
3. Bedienung des L-NAV in Verbindung mit einem Cambridge GPS-NAV **9**
3.1 Die gebäuchlichsten Anzeigen 9
3.2 Berechnung des Endanflugs unter Berücksichtigung der Windkomponente(HW/TW) 10
3.3 Endanflughöhe für einen Anflug auf einen Zielpunkt des GPS-NAV 11
3.4 Messung des Winds nach Richtung und Stärke (Windvektor) 12
3.5 Berechnung des Endanflugs unter Berücksichtigung des Windvektors 12
3.6 Endanflugberechnung um den letzten Wendepunkt mit Hilfe des Windvektors 13
3.7 Endanflugberechnung zu einem Landefeld mit Hilfe des Windvektors 13
3.8 Unterschiede in der Sollhöhe zwischen dem Windvektor-Endanflug-Schirm und dem HW/TW-Endanflugschirm.. 14
3.9 Wozu zwei verschiedene Arten der Windbestimmung ? 14
3.10 Berechnung der wahren Fluggeschwindigkeit (TAS) 14
3.11 Weitere L-NAV Schirme 15
4. Konfiguration des L-NAV **17**
4.1 Die Schirme zur Konfiguration und Kalibration – Vereinfachte Methode des Zugangs 17
4.2 Konfigurieren 18
4.3 Die Eingabeschirme für die Polare 23
5. Schirme zur Kalibrierung ation des LNAV- **24**
5.1 Kalibration des Fahrtmessers 24
5.2 Weitere Schirme der Kalibrierung 26
5.3 Zurücksetzen des Instruments in den Auslieferungszustand 28
6. L-NAV Installation **28**
6.1 Pneumatische Anschlüsse 28
6.2 Anschluss der Versorgungsspannung und eines externen Lautsprechers 29
6.3 Anschluss eines Hold-Schalters und von Schaltern für Fahrwerks- und Klappen--warnung 29
6.4 Anschluss der Variometer-Anzeige, eines Remote Keypads und eines Repeaters 29
6.5 Anschluss eines GPS-Empfängers 29
7. Wartung und Einstellungen **31**
7.1 Öffnen des Geräts 31
7.2 Einbau eines optionalen G-Messers 31
7.3 Einstellung des Kontrasts der LCD-Anzeige 31
7.4 Einstellung von Nullpunkt und Skalierung des Vario- und Fahrtsensors 31
7.5 Ersetzen der Memory Backup Batterie 32
7.6 Pinbelegung der Buchsen auf der Rückseite des L-NAV 33
7.7 Kabel und Stecker 34
8. Spezifikationen, Übersichten, und Anhang **34**

L-NAV Version 5.7 Benutzer - Handbuch

1. Einleitung

Dieses Handbuch behandelt Einbau und Bedienung des Cambridge L-NAV. Es geht auf alles Wichtige im Zusammenhang mit dem Gerät ein in komprimierter Form. Sinnvoll ist es, mit dem L-NAV zu fliegen und sich dann wieder im Handbuch schlauer zu machen. Wir bei Cambridge gehen auf unsere Kunden ein und fliegen mit den Instrumenten, die wir bauen. Version 5 ist das Resultat von über 18 Jahren Erfahrung mit Design und Konstruktion von Navigationsrechnern, die mehr als 3000 mal verkauft, und damit unzählige Meisterschaften und Rekorde erflogen wurden.

1.1 Über das L-NAV

Das L-NAV wurde entwickelt, um die Leistung und Sicherheit beim Segelfliegen zu verbessern. Es hat Sensoren für Höhe, Steigrate (Variometer), Fluggeschwindigkeit und für vertikale Beschleunigung (mit optionalem G-Messer). Die Steigrate wird auf einer Variometer-Anzeige und durch akustische Signale dargestellt. Das durchschnittliche Steigen wird auf dem LCD angezeigt. Das Instrument ist konfiguriert mit der Polaren des Segelflugzeugs (Sinkrate vs. Fluggeschwindigkeiten). Der Pilot gibt den MacCready–Wert ein und das L-NAV ermittelt eine optimale Sollfahrt. Sollfahrtkommandos für die zu fliegende Geschwindigkeit werden auf dem LCD als Balkengraphik und durch akustische Signale angezeigt.

Das L-NAV ist für den Gebrauch mit gekoppelten GPS- Geräten, besonders dem GPS-NAV von Cambridge optimiert worden. Ankunftshöhe und –distanz, Richtung zum Ziel, Flugweg und Geschwindigkeit über Grund werden vom GPS-NAV zum L-NAV übertragen. In die Berechnung der Höhe, die für das Erreichen eines Landeplatzes benötigt wird, geht die Höhe dieses Platzes automatisch ein. Die Ankunfts - Sicherheitshöhe ist einstellbar. Die Windgeschwindigkeit wird aus der Differenz zwischen der Geschwindigkeit über Grund, die durch das GPS ermittelt wird, und der tatsächlichen Fluggeschwindigkeit berechnet. Unter Verwendung der gespeicherten Polare und der MacCready–Einstellung wird die benötigte Höhe für das Erreichen eines bestimmten Navigationspunkts als Zahl und als Gleitpfad-Graphik dargestellt.

Das L–NAV arbeitet auch mit jedem anderen GPS–Empfänger, der ein Signal entsprechend dem Standard NMEA–0183 stellt. Dann muß nur noch die Ankunftshöhe vom Piloten eingegeben werden. Der Endanflug um den letzten Wendepunkt herum kann mit handgehaltenen GPS - Empfängern nicht berechnet werden.

1.2 Neuerungen der Programmversion 5.7

1. Genaue Windberechnung als Windkomponente und Vektorwind zeigt das Verhalten der Luftmasse an. Die Genauigkeit der Messung wird verbessert durch die Errechnung der wirklichen Fluggeschwindigkeit – *TAS (true airspeed), und der vom GPS ermittelten Geschwindigkeit über Grund.

2. Windstärke und -richtung (der Windvektor) werden aus Geschwindigkeit und Flugweg über Grund sowie TAS bei verschiedenen Flugrichtungen ermittelt. Wenn in dem GPS–NAV eine Aufgabe programmiert und ausgelöst wurde, wird bei der Berechnung der Höhe für einen Endanflug schon vor dem letzten Wendepunkt der Windvektor mit einbezogen, und der Gleitpfad bis in das Ziel gezeigt.

3. Die Sollfahrt berücksichtigt den Einfluss des Winds, d.h. die minimale Sollhöhe für einen Endanflug bei Gegenwind ergibt sich mit einer MacCready-Einstellung größer Null.

4. Die notwendige Anflughöhe bezieht die Gesamtenergie (d.h. auch die kinetische Energie TE) des Flugzeugs mit ein. (Bei hoher Fahrt an gleichem Punkt und gleicher Höhe wird ein längerer Gleitpfad gezeigt wie bei langsamer Fahrt.)

5. Es besteht die Möglichkeit, den Beiwert der TE–Düse unter CALIBRATE zu korrigieren.

6. Eine Aufwindstatistik wird automatisch berechnet.

7. Das Instrument berechnet die maximale MacCready–Einstellung für einen Endanflug.

8. Beim Einkreisen in den Aufwind kann die Neuberechnung Durchschnittssteigen ab diesem Moment automatisch erfolgen.

9. Unter CONFIGURE können zahlreiche Anzeigen durch den Piloten fest eingestellt werden.

10. Es gibt nun 3 Hauptschirme, deren Primärschirm definiert werden kann.

2. Bedienung des L-NAV

2.1 Die L-NAV Bedienungsoberfläche – Funktion der Tasten

Die Tasten des L-NAV haben durchgängig gleichbleibende Funktionen, analog des GPS Displays der GPS - Logger:

Wechseln des Bildschirms mit der Pfeiltaste LINKS oder RECHTS.
Ändern eines Werts auf dem Bildschirm mit der AUF oder AB Taste.
Rückkehr zum Hauptflugschirm mit der GO Taste.
Anzeige der seit dem Start abgelaufenen Zeit auf dem Hauptflugschirm durch kurzes Drücken der GO Taste. (Diese Uhr startet automatisch, wenn der Fahrtsensor für ca. 2 Sekunden einen entsprechenden Staudruck registriert)
Diese Uhr wird zurückgesetzt, wenn die GO Taste länger als 3 Sekunden gedrückt wird.
Zugang zu den Konfigurations- und Kalibrier-Funktionen im Fluge durch gleichzeitiges Drücken der GO und LINKS oder RECHTS Taste. <GO> bringt wieder in den Flugschirm.

2.2 LCD Anzeige ohne GPS

Das L-NAV an eine 12-Volt Batterie anschließen. Am mitgelieferten Kabel ist rot = plus 12V. Beim Einschalten wird zunächst im Eingangsschirm die installierte Programmversion (hier 5.7) gezeigt, sowie die Höhenmesseranzeige mit zugehörigen Luftdruck, und der Batteriespannung in Volt.
Die Höhenangabe auf Meereshöhe (QNH) und dem entsprechenden barometrischen Druck läßt sich mit der AUF oder AB Pfeiltaste ändern. Bei Drücken über 1000 mbar fehlt vorne die "eins". Im Normalfall wird immer auf Platzhöhe eingestellt. Drücken der GO Taste bringt sodann in den gewählten Hauptflugschirm.

Die Bedeutung der Zahlen im Hauptflugschirm von oben nach unten:

- Oben rechts: Anzeige des Durchschnittssteigens z.B.der letzten 30 Sekunden (gleitender Durchschnitt – nicht integriertes Steigen) *>Modus einstellbar*, siehe Anlage "Configure Avg"<*
- Oben links: z: B durchschnittliche vertikale Luftmassenbewegung der letzten 30 Sekunden (gleitender Durchschnitt einer Netto-Varioanzeige), erzielter Gleitwinkel, Richtung des Kurses bezogen auf Grund, Durchschnittssteigen über den gesamten Aufwind, augenblickliche MacCready-Einstellung oder die maximale MacCready-Einstellung zum Erreichen des Zielpunkts unter Berücksichtigung des Windvektors. *>Modus einstellbar* siehe Anlage Configure o.l.<*
-
- Mitte rechts: Die Distanz zum Ziel.
- Unten rechts: Anzeige des L-NAV Höhenmessers.
- Untere Linie: Den GPS-Empfänger Status. Ohne GPS Verbindung wird `[GPS (OFF)]` angezeigt. Im Fluge erscheinen hier Windanzeigen. <GO> im Fluge zeigt hier kurz die verstrichene Flugzeit.

Linke Balkengafik: Zeigt an, wie zur optimalen Sollfahrt (nach MacCready) geflogen wird, mit Unterstützung durch das Audio.

Rechte Balkengafik: Zeigt die derzeitige Höhensituation zum Ziel an. Es ist die Gleitpfadanzeige, die darstellt, ob man sich über, auf, oder unter dem Gleitpfad zum Ziel befindet, mit Wind- und Polarenwerten in die Rechnung automatisch integriert.

Üben ohne GPS - Anschluß:

Dreimaliges Drücken der RECHTS Pfeiltaste zeigt den Schirm zur Eingabe der Distanz `[Distance]`. Unter Verwendung der AUF Pfeiltaste wird eine Distanz von z.B. 20 Kilometern eingestellt. Mit der LINKS Pfeiltaste bringt man den Mc/Wind-Schirm in die Anzeige. Man beachte den Cursor (Unterstreichung) nun unter dem W-Symbol. So kann nun die Angabe der Windstärke geändert werden. Ein Gegenwind (HW = headwind) erhöht die Sollhöhe, Rückenwind (TW = tailwind) verringert sie.

Erneutes Drücken der LINKS Pfeiltaste verschiebt den Cursor unter die **MacCready**-Einstellung. Eine größere MacCready–Einstellung ergibt eine höhere Sollfahrtgeschwindigkeit / Durchschnittsgeschwindigkeit. Mit einer höheren Sollfahrtgeschwindigkeit wird deutlich mehr Höhe benötigt, um das Ziel zu erreichen. Dies kann man bei der Veränderung des Mac Cready-Werts an der verlangten Sollhöhe erkennen.

Die GO Taste bringt immer zum Hauptflugschirm zurück. Wenn man die GO Taste jetzt kurz drückt, wird die seit dem Start abgelaufene Zeit unten angezeigt. Die **Uhr** wird automatisch erst beim Start auf 0 gestellt, das heißt, das L-NAV behält die Flugzeit nach der Landung bis zum nächsten Flug. Wird die GO Taste länger als 3 Sekunden gedrückt, kann die Uhr damit manuell zurückgestellt werden.

Ohne GPS Signal zählt das L-NAV Distanz durch Kopplung. Die zurückgelegte Distanz bestimmt sich aus über den Sensor gemessenen Fluggeschwindigkeit und eingestellten Windstärke in Flugrichtung. Dies ist vergleichbar mit dem Tachometer und dem Kilometerzähler im Auto.
Die Kilometerzählung kann manuell mit einem "Hold" Schalter, einem Wölbklappenschalter, oder automatisch durch einen optionalen G-Messer gestoppt werden. Der G-Messer registriert dabei die Kurvenbeschleunigung im Kreisflug, und schaltet von Sollfahrt auf Variostellung.

2.3 Das Variometer und das Audio

Sowohl die optische Variometer-Anzeige als auch das Audio sind vom Typ Relativ-Variometer: Unterhalb der Geschwindigkeit des besten Gleitens ist die Varioanzeige optisch als auch akustisch identisch mit einem gewöhnlichen totalenergiekompensierten Variometer. Fliegt man hingegen bei höherer Geschwindigkeit, zeigt das Relativ-Vario und das zugeordnete Audio-Signal das Steigen an, das man erzielen könnte, wenn man die Geschwindigkeit auf die des besten Gleitens reduzieren würde. Das erleichtert die Abschätzung des Aufwinds selbst im Schnellflug. Auf den Relativ-Modus des Varios wird durch die Anzeige eines "**R**"s oben rechts auf dem Bildschirm hingewiesen. Die Geschwindigkeit des besten Gleitens erhöht sich bei größerer Flächenbelastung.
Das Relativ-Variometer hat gegenüber einem reinen "Netto"-Variometer, das nur die vertikale Luftmassenbewegung anzeigt, den Vorteil, dass der Pilot vom angezeigten Steigwert des Netto-Varios nicht die Sinkgeschwindigkeit des Segelflugzeugs abziehen muß, um den wahren Steigwert zu erhalten. Man beachte, dass die Anzeige des durchschnittlichen Steigwerts auf dem LCD-Schirm dem *tatsächlichen* Steigen oder auch Fallen entspricht.

Das L-NAV benutzt eine Auswahl von Tonmustern, die zum effektiveren Kurbeln oder Fliegen nach Sollfahrt beitragen sollen. Die Tonhöhe oder Frequenz ist **IMMER** proportional zur Variometer-Anzeige. Die Unterschiede in den verschiedenen Tonmustern richtig zuzuordnen, bedarf ein wenig der Erfahrung. Nach den ersten Flügen mit dem L-NAV fällt die Zuordnung der gehörten und der hier beschriebenen Tonmuster leichter. Ist man vom Tonmuster anderer Rechner-Hersteller "vorbelastet", kann in CONFIGURE unter 09 <Audio Tonmodulation> diese gewählt werden.

Sollfahrt- und Variomodus werden vom Piloten durch einen Schalter am Knüppel, einen Wölbklappenschalter oder automatisch durch einen G-Messer, sofern installiert, umgeschaltet. Mit der L-NAV Version 5.7 kann die Anzeige des Durchschnittssteigens auch zurückgesetzt werden, wenn zwischen Sollfahrt- und Vario-Modus umgeschaltet wird. Dies bringt schnellere Information über die Stärke des neuen Aufwinds.<Siehe unter CONFIGURE>

Abhängig vom gegenwärtigen Flugzustand schaltet das L-NAV entsprechende Tonmuster ein oder aus: Hier meine Empfehlung: Erfliegen, dann ist dies auch ohne lesen klar!
Die nun beschriebenen Flugzustände und Tonmuster entsprechen der Voreinstellung mit Audio 1. Mit Audio 2 und Audio 3 stehen zwei weitere Tonmuster zur Verfügung. Diese werden im Abschnitt <Configuration> näher beschrieben.

Flugzustand	Tonmuster	Kommentar
Steigen	75% an, 25% aus	Dieses Steigtonmuster hat mit Ausnahme des Langsamflug-Alarms (slow alarm) Vorrang vor jedem anderen Tonmuster.
Vario Modus und Steigwert kleiner Null	Ruhe, sofern "Kein Sinkton" (No sinkT) konfiguriert wurde, andernfalls Dauerton	Der voreingestellte Wert ist: Sinkton an (sink Tone)
Fluggeschwindigkeit nahe der Sollfahrt	Ruhe	
Fluggeschwindigkeit größer als Sollfahrt	Dauerton	Kommando: "Fliege langsamer" In der Voreinstellung des Instruments beginnt das Audio beim Erscheinen des zweiten Balkens in der graphischen Sollfahrtanzeige zu arbeiten
Fluggeschwindigkeit kleiner als Sollfahrt bei sinkender Luftmasse	dit-dit ---------- dit-dit	Kommando: "Fliege schneller" Auch hier beginnt das Audio beim Erscheinen des zweiten Balkens in der graphischen Sollfahrtanzeige zu arbeiten. (Voreinstellung)
Fluggeschwindigkeit sinkt unter die Schwelle des Langsamflug-Alarms (G-Messer!)	di-di-dah --- di-di-dah ---	Die Schwelle für den Langsamflug-Alarm erhöht sich bei größerer Flächenbelastung.(Wird bei Wasser-ballast automatisch berücksichtigt !)

2.4 Optionale akustische Warnsignale des L-NAV

Bremsklappen - und Fahrwerkswarnung
Ein zusätzliches Tonmuster ist für eine andere Warnung vorgesehen. Die Tonfolge ist ähnlich einer Polizeisirene. Wenn die Bremsklappen beim Start nicht verriegelt sind, können sie während eines Schlepps ausfahren.Herkömmliche Fahrwerkswarnungen sprechen auf diese Situation nicht an.Der LNAV Fahrtsensor erkennt, daß die Bremsklappen herauskommen, und warnt.
Durch Endschalter an der Bremsklappen- und der Fahrwerksbetätigung können diese Warnsignale aktiviert werden. Das Alarmsignal und die damit verbundene Warnung `[Spoilers?]` [Bremsklappen ?] im Rechner zeigen an, dass die Bremsklappen beim Start nicht verriegelt sind, also auch bei noch ausgefahrenem Fahrwerk. Der Alarm kann durch Drücken der GO Taste gelöscht werden.

Das Ausfahren der Bremsklappen im Flug bei eingefahrenem Fahrwerk löst das Alarmsignal ebenfalls aus und die Warnung `[Gear Up?]` [Fahrwerk eingefahren ?] wird angezeigt. Auch dieser Alarm kann durch Drücken der GO-Taste gelöscht werden, ist aber bei gleicher Situation später wieder aktiv (das ist wichtig!!).

2.5 Optimale MacCready-Einstellung für den Überlandflug.

Für die Einstellung des optimalen MacCready-Werts existieren keine festen Regeln. Gemäß der von MacCready verbreiteten Theorie sollte er auf den erwarteten Wert des durchschnittlichen Steigens des nächsten Aufwinds eingestellt werden. Für das durchschnittliche Steigen muss das Einfliegen und das Zentrieren des Aufwinds mit berücksichtigt werden. Dies ist oftmals viel kleiner als der Durchschnitts-Spitzenwert, der während der besten Phase des Aufwinds erflogen wird.

Wettbewerbspiloten setzen den MacCready-Wert selbst bei sehr guten Bedingungen selten höher als 2 m/s. Kleinere MacCready-Werte ergeben für den Piloten einen größeren Aktionsradius und damit die Möglichkeit, zugunsten eines weiter entfernten starken Aufwinds einen schwachen Aufwind stehen zu lassen. Bei bestimmten guten Bedingungen kann ein sehr kleiner MacCready-Wert Überlandflug ohne zu kurbeln ermöglichen.

Selbst bei schlechten Bedingungen zahlt es sich selten aus, den MacCready-Wert kleiner als 1 m/s zu setzen, es sei denn, der erwartete Aufwind ist bekanntermaßen schwächer als 1 m/s oder man fliegt sehr niedrig. Gelegentlich ist dann ein Flug bei der Geschwindigkeit des besten Gleitens (MacCready-Wert = 0) notwendig, um das nächste Aufwindgebiet noch sicher zu erreichen.

Der "Sollfahrtring" auf dem mechanischen Variometer ergibt die Sollfahrt bezüglich der Polare des Flugzeugs, mit dem eingestellten MacCready-Werts. Das Ergebnis ist ein geschwindigkeitsoptimierter Flug zwischen den Aufwinden. Diese Sollfahrt bezieht den Einfluß des Winds nicht mit ein.

Sollfahrt zwischen den Aufwinden ist nicht dasselbe wie ein geschwindigkeitsoptimierter Flug bezogen auf einen festen Punkt auf dem Boden. Wenn der Einfluss des Winds berücksichtigt wird, muß sich die optimale Geschwindigkeit bei Gegenwind erhöhen.
Zur Verdeutlichung ein extremes Beispiel: Man stelle sich einen Gleitflug bei bestem Gleiten bei einem Gegenwind von 90km/h vor. Mit einer MacCready-Einstellung von 0 m/s ergäbe sich eine Sollfahrt zwischen den Aufwinden von 90 km/h, mit der der Pilot jedoch nie von der Stelle käme.

Das L-NAV bezieht die Komponente Wind (HW/TW) (Gegenwind/Rückenwind) in die Berechnung der Sollhöhe mit ein. Bei entsprechendem Gegenwind verringert sich zunächst die benötigte Sollhöhe, wenn die MacCready–Einstellung von Null ausgehend vergrößert wird. Bei einem bestimmten MacCready-Wert nimmt die Sollhöhe wieder zu, d.h. für eine Gegenwindeinstellung ergibt sich ein optimaler MacCready-Wert größer Null, bei minimalster Sollhöhe.

2.6 Endanflug unter Berücksichtigung der Gesamtenergie des Segelflugzeugs

T E Heigt
Ein Hochleistungssegelflugzeug kann mehr als 200 Meter Höhe gewinnen, wenn der Pilot dessen Geschwindigkeit von V_{NE} (Höchstgeschwindigkeit) auf die Geschwindigkeit des besten Gleitens V_M reduziert. Während der letzten Phase eines Endanflugs bei hoher Geschwindigkeit kann diese gespeichherte Energie mit gerechnet werden. Jetzt wird angezeigt, welche Höhe beim Herausziehen auf V_M wiedergewonnen werden kann. Durch die Berchnung der Gesamtenergie (potentielle + kinetische Energie) statt ausschließlich der potentiellen Energie, wird die Differenz aus aktueller und benötigter Höhe unabhängig von der Fluggeschwindigkeit gerechnet.

Sollhöhe / Differenzhöhe
In der Einstellung des L-NAV für die Anzeige der benötigten Sollhöhe zum Erreichen eines Ziels kann zwischen zwei Werten gewählt werden: Die Angabe der Gesamthöhe `[Alt.Req.]` (benötigte Höhe) bis zum Ziel, oder nur die Differenzhöhe zwischen der benötigten und der aktuellen Höhe wird angezeigt wird `[Alt. Diff.]` (Differenzhöhe).

"Energiehöhe"
Bei der Wahl " Berücksichtigung der Gesamtenergie" `[TE Height]` (Totalenergie-Höhe) wird zusätzlich natürlich die Höhe, die beim Wechsel von der aktuellen Geschwindigkeit auf V_M gewonnen werden kann, von der Sollhöhe, die ohne diese Berücksichtigung der Fluggeschwindigkeit ermittelt wird, abgezogen.
Der tatsächliche Höhengewinn ist kleiner als der theoretisch erzielbare Wert. Ein Segelflugzeug der offenen Klasse gewinnt mehr Höhe zurück als eines der Standardklasse. Das L-NAV kompensiert diesen Sachverhalt durch einen gleitzahlabhängigen Umwandlungsfaktor von 80% für eine Gleitzahl von 40:1 und 90% für 55:1.
Wenn das L-NAV für die Berücksichtigung der Gesamtenergie konfiguriert wurde, zeigt die graphische Gleitpfadanzeige die Differenz zwischen der benötigten und der Totalenergie-Höhe.
In der Einstellung (`[No TE Hgt.]`) wird die Differenz zwischen der aktellen Höhe und der Sollhöhe geschwindigkeitsunabhängig angezeigt.

Gleitpfad
Die Höhendifferenz, die durch den Abstand des Flugzeugsymbols vom Gleitpfadsymbol ausgedrückt wird, ist abhängig von der Distanz zum Ziel. Bei einer Distanz von 30 km entspricht das erste Flugzeugsymbol über/unter dem Gleitpfadsymbol einer Höhendifferenz von 33 m (100ft). Bei jedem weiteren Flugzeugsymbol zusätzlichen 66m (200ft).

Wenn auf dem Endanflug Aufwind angetroffen wird, kommt das Fluzeug evtl. über den Gleitpfad. Das bedeutet, dass man schneller fliegen kann und noch immer das Ziel erreicht. Man kann nun den MacCready-Wert soweit vergrößern bis die Gleitpfadanzeige wieder in der Horizontlinie zentriert ist.
Die Totalenergie des Segelflugzeugs verändert sich nicht, wenn die Fluggeschwindigkeit vergrößert wird. Mit der Einstellung `[TE Height]` bleibt die Gleitpfadanzeige unverändert, solange man nicht Auf- oder Abwind antrifft.

Wenn man auf dem Endanflug eine im Durchschnitt leicht steigende Luftmasse erwartet, kann der Endanflug bereits begonnen werden, wenn man sich noch 1 bis 2 Flugzeugsymbole unter dem Gleitpfad befindet. Eine durchschnittliche Luftmassenbewegung von +0,5m/s ändert den effektiven Gleitwinkel eines Segelflugzeugs mit Gleitzahl 45:1 auf eine Gleitzahl von über 60:1.

3. Bedienung des L-NAV in Verbindung mit einem Cambridge GPS-NAV

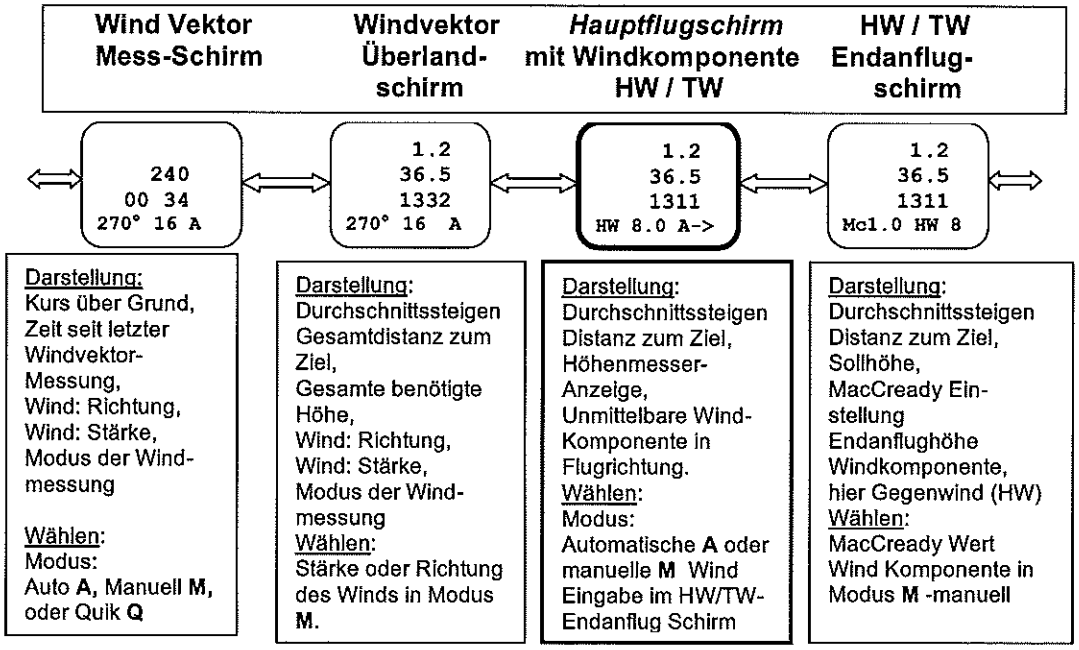
Beispiel:
Das L-NAV ist ist ein Cambridge GPS-NAV über die Datacombuchse angeschlossen. Ist das L-NAV mit der voreingestellten Polare konfiguriert, zeigen die nachfolgend dargestellten LCD-Anzeigen eine Zieldistanz = 36,5 km, einen Kurs über Grund von 240 Grad, Wind von 16 km/h aus 270 Grad, eine Gegenwindkomponente von 8 km/h, einen MacCready-Wert von 1 m/s und 34 Sekunden seit der letzten Messung des Vektorwinds. Das angezeigte Durchschnittssteigen beträgt 1,2 m/s.

Wenn man ein GPS verwendet, das nicht von Cambridge stammt, muss die Höhe des Zielpunkts vom Piloten eingegeben werden. Außerdem gibt es die Funktion, einen Endanflug um den letzten Wendepunkt herum zu berechnen, dann nicht.

Mit angeschlossenem GPS wird für die Umschaltung zwischen Vario- und Sollfahrt-Modus die Änderungsgeschwindigkeit des Kurses über Grund herangezogen. Das Umschalten nimmt 12 Sekunden in Anspruch. Die Umschaltung zwischen Vario- und Sollfahrt-Modus erfolgt deutlich schneller, wenn der optional verfügbare G-Messer eingebaut ist. Die schnellste Umschaltung zwischen den beiden Modi lässt sich mit einem manuell zu betätigenden HOLD-Schalter am Knüppel oder im Instrumentenbrett erreichen.

3.1 Die gebräuchlichsten Anzeigen

Die folgende Übersicht zeigt die LCD-Anzeigen, die während des Flugs am häufigsten benutzt werden. Wenn man die GO Taste mehrmals hintereinander drückt, kehrt man IMMER in die Anzeige des Hauptflugschirms zurück.



Diese Anzeigen bringen Informationen über die Luftmasse, und zeigen die benötigte Höhe, um einen Zielpunkt zu erreichen. Die Entfernung zum Ziel stammt vom GPS-Empfänger. Die berechnete Sollhöhe basiert immer auf der Annahme, dass keine vertikale Luftmassenbewegung zwischen den Aufwinden ist.
Der Pilot gibt einen MacCready-Wert vor, und aus der Polare des Flugzeugs und dem Wind wird die benötigte Höhe für den Gleitflug berechnet.

Windkomponente / Windvektor
Das L-NAV besitzt zwei unabhängige Anflugrechner. Einer davon verwendet für Berechnungen die Windkomponente in Flugrichtung, der andere benutzt dafür den Windvektor. Das L-NAV bestimmt automatisch beide Windkomponenten. Jede Windkomponente kann auch manuell eingegeben werden.

3.2 Berechung des Endanflugs unter Berücksichtigung der Windkomponente HW / TW (Headwind / Tailwind)

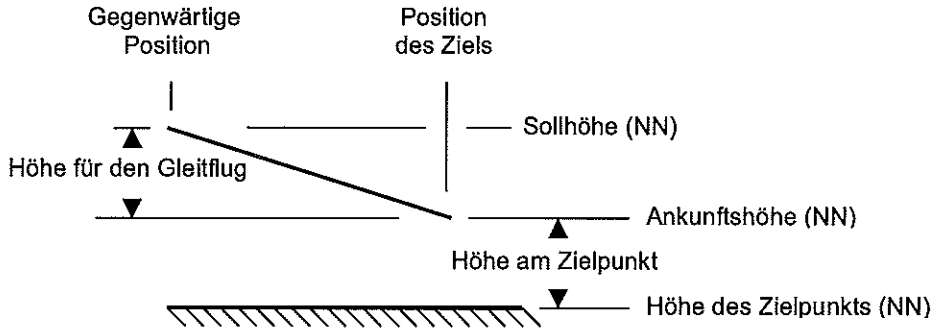
Der Hauptflugschirm und der "HW/TW Endanflugschirm" zeigt und verwendet die "simultane" Windkomponente, die aus der wahren Fluggeschwindigkeit (TAS) und der GPS-Übergrundgeschwindigkeit bestimmt wird. HW und TW werden alle 2 Sekunden auf dem Hauptflugschirm aktualisiert. Befindet sich die Funktion zur Bestimmung der Windkomponente im Modus Automatik **[A]**, wird der über 30 Sekunden gemittelte Wind für die Berechnung der Sollhöhe für den Endanflug verwendet.
Merke: schnelle Komponentenänderungen (simultan) im Hauptflugschirm. Gemittelte Windkomponente im Endanflugschirm gibt ruhige Gleitpfadanzeige.
Starke Kursabweichung:
Der Kursfehler (Track Error) ist die Differenz zwischen dem Kurs zum Ziel und dem Kurs über Grund. Wenn dieser Kursfehler mehr als 20 Grad beträgt, verändert sich die Anzeige von **HW** bzw.**TW** in **hw** bzw.**tw** und die Windkomponente wird nicht weiter aktualisiert. Dies verhindert den Einfluss von Querwind auf die Berechnung der Endanflughöhe. Werden aktualisierte Winddaten für die Berechnung verwendet, erscheint ein Pfeilsymbol (->) rechts unten auf dem Hauptflugschirm. Im manuellen Modus (**M**) gibt der Pilot die geschätzte Windkomponente von Hand ein.

Damit die Höhenangabe im "HW/TW Endanflugschirm" wirklich zutrifft, muss das Segelflugzeug Kurs auf das Ziel fliegen.

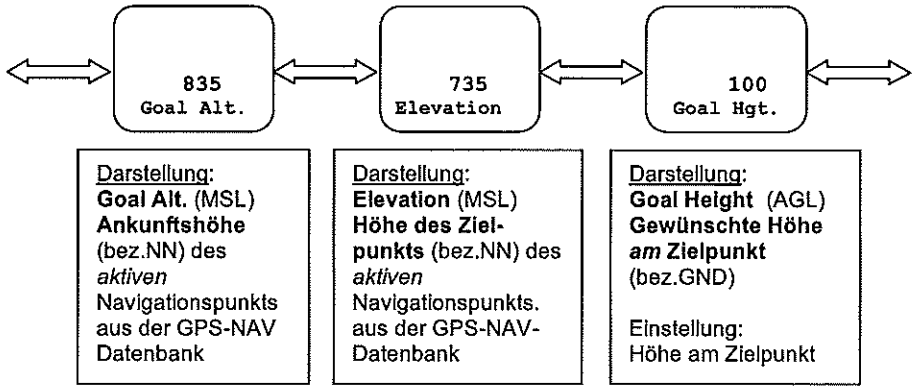
3.3 Endanflughöhe für einen Anflug auf einen Zielpunkt des GPS-NAV

Mit Navigationsdaten vom GPS-NAV ist die Sollhöhe die Summe aus:

1. Der Höhe für den Gleitflug, die von der gegenwärtigen Position zum Ziel benötigt wird
2. Der über dem Ziel gewünschten Höhe über Grund (Sicherheitshöhe = *height*)
3. Der Höhenangabe des Zielpunktes *Elevation* (bezüglich NN) aus der GPS-NAV-Datenbank



Ankunftshöhe **Höhe *des* Zielpunkts** **Höhe *am* Zielpunkt**



Die Anzeigen dieser Übersicht befinden sich rechts vom Hauptflugschirm. Das Beispiel zeigt einen Zielpunkt des GPS-NAV mit einer Höhe von 735 m (NN) und der vom Piloten gewünschten Sicherheits - Ankunftshöhe von 100 m über Grund (GND).

3.4 Messung des Winds nach Richtung und Stärke (Windvektor)

Die Bestimmung des Kurses über Grund, der Übergrundgeschwindigkeit und der wahren Fluggeschwindigkeit in zwei Flugrichtungen ergeben die Berechnungsdaten des Winds nach Richtung und Stärke (Windvektor oder engl.Vector Wind). Eine Differenz des Kurses über Grund zwischen 40 und 100 Grad zwischen zwei Messungen ergibt optimale Genauigkeit. Geeignete Messpunkte werden vom L-NAV automatisch berechnet.
Es existieren drei verschiedene Modi für die Bestimmung und Benutzung des Windvektors. Die Modi sind Schnell = Quick (**Q**), Manuell (**M**), and Automatik (**A**). Die Modi werden mit der AUF oder AB Taste im Schirm für die Windvektormessung gewählt. Eine erneute Berechnung des Windvektors findet immer bei der Ausführung eines passenden Flugmanövers statt.
Automatik Modus
Das L-NAV analysiert ständig den Flugweg. Zuerst wird der gegenwärtige Punkt auf Stabilität des Flugwegs untersucht. Im LCD erscheint die **GO** –Marke für geeignete Messpunkte. Für jede geeignete Punktberechnung betrachtet das Instrument die zurückliegenden 3 Minuten auf der Suche nach einem weiteren passenden Startmesspunkt. Eine neue Windvektormessung wird ausgeführt, wenn der alte Kurs über Grund vom neuen Kurs um 50 bis 110 Grad differiert. Im Automatik- und im manuellen Modus werden 30 einzelne Messungen gemittelt, um den dargestellten Windvektor zu erzeugen. Die Zeit seit der letzten Aktualisierung wird im Format `[mm ss]` [Minuten Sekunden] unmittelbar über der Windstärke dargestellt. In den meisten Fällen ergibtdie Automatik-Messung einen genauen Windvektor.

Im Automatik- und Quick-Modus wird jede neue Windmessung, inklusive der damit berechneten Höhe im "Windvektor-Endanflug-Schirm" dargestellt. Der manuelle Modus erlaubt dem Piloten, Windrichtung und -stärke in diesem Schirm einzugeben.
Quick Modus
Der Quick Wind –Modus **Q** ist nützlich, wenn schnelle Änderungen des Winds vermutet werden, oder schnell eine neue Grobmessung verlangt wird. Dieser Modus zeigt das Ergebnis der letzten Windberechnung an. Unterscheidet sich diese Windangabe stark von der Windangabe im Automatik-Modus, hat sich etwas in der Luftmasse verändert. Die Berechnung verwendet die letzten beiden Messpunkte mit einer Kursdifferenz zwischen 40 bis 110 Grad, konstanter Fluggeschwindigkeit und einer Drehgeschwindigkeit von kleiner als 15 Grad pro Sekunde. Wenn der Flugweg für eine Berechnung des Winds stabil genug ist, wird dies mit der **GO** –Marke im LCD angezeigt.

Der letzte Windvektor wird am Schirm unten angezeigt. Die Zeit zwischen zwei Messungen zur Bestimmung des Windvektors wird darüber dargestellt. Dieser Zahlenwert wächst, je weiter die letzte Messung zurückliegt. Der geflogene Kurs wird auf diesem Schirm ebenfalls angezeigt und dient als Hilfe während eines zur Messung benötigten Kurswechsels.

3.5 Berechnung des Endanflugs unter Berücksichtigung des Windvektors

Zur Berechnung des Endanflugs mit Hilfe des Windvektors existieren zwei Schirme.
Der Schirm unmittelbar links vom Hauptflugschirm benutzt den Windvektor, um die Endanflughöhe zu berechnen – den "Windvektor-Endanflug-Schirm".
Der nächste Schirm links davon dient zur Ermittlung des Windvektors – der "Windvektor-Mess-Schirm". Ob der Windvektor automatisch berechnet oder manuell im Windvektor-Endanflug-Schirm eingegeben wird, ist durch die Auswahl von **A** bzw.**Q** oder **M** in diesem Schirm bestimmbar. Die Wahl von **A, Q** oder **M** wirkt sich nur auf die Windvektorbestimmung aus. Da nun sowohl Windstärke und –richtung bekannt sind, ist es möglich, die Gesamthöhe, eines Endanflugs um den letzten Wendepunkt herum zu berechnen.

Die Endanflugberechnungen mit Hilfe des Windvektors und der Windkomponente (HW/TW) erfolgen von einander unabhängig. Daraus kann sich auch ein leicht unterschiedliches Ergebnis für die Endanflughöhe ergeben.

3.6 Endanflugberechnung um den letzten Wendepunkt mit Hilfe des Windvektors

Diese Anzeige ist nur bei gekoppeltem Cambridge GPS-NAV Logger der Version 5.1 oder 5.4 möglich. Entfernung und Kurs für den letzten Schenkel einer aktiven GPS-NAV Aufgabe werden vom GPS-NAV an das L-NAV übertragen. Dies erfolgt vollautomatisch. Wenn das GPS-NAV zum letzten Wendepunkt einer Aufgabe navigiert, ist die Endanflughöhe, die im Windvektor-Endanflug-Schirm gezeigt wird, die Summe aus:

1. Der Anflughöhe, die von der gegenwärtigen Position zum letzten Wendepunkt benötigt wird.
2. Der Endanflughöhe, die vom letzten Wendepunkt zum Zielpunkt benötigt wird.

Für die Strecke zum letzten Wendepunkt und die Strecke zwischen Wendepunkt und Ziel wird der gleiche Windvektor und MacCready-Wert als Basis der Berechnung benutzt.

Im Gegensatz zum Windvektor-Endanflug-Schirm zeigt der HW/TW-Endanflugschirm ausschließlich die Sollhöhe für die Teilstrecke zum nächsten Wendepunkt unter Berücksichtigung der Windkomponente in Flugrichtung (HW/TW).

Voraussetzung:
Der Zielpunkt muß der letzte Punkt im einer Aufgabe im GPS-NAV Display oder PalmNav sein. Das GPS-NAV übermittelt die Informationen für den Endanflug um den Wendepunkt ins Ziel nur für den LETZTEN Schenkel der Aufgabe.

3.7 Endanflugberechnung zu einem Landefeld mit Hilfe des Windvektors

Mit Hilfe des Windvektors ist es möglich, die Windkomponente in Richtung auf jedes Landefeld in der GPS-NAV Datenbank zu bestimmen, ohne darauf Kurs genommen zu haben, daraus die notwendige Höhe zum Erreichen dieses Landefelds zu berechnen und im Windvektor-Endanflugschirm darzustellen.
Voraussetzung ist eine komplette Datenbasis des Fluggebiets im GPS-NAV, also auch mit der Höhe in QNH zu jedem Wegpunkt.
Im GPS-NAV Display können im Fluge über die Fenster <zeige Landepunkte> oder <zeige Wendepunkte> gewählt, und in den Hauptschirm geholt werden. Damit wird auch die Entfernung und Höhe QNH zum Rechner geschickt. Dort werden diese Daten durch den Vektorwind und Sicherheitshöhe ergänzt, und mit der Polare sowie McC vollautomatisch der Gleitpfad gebildet. Mit der Wahl <letzer Navpunkt> im GPS-NAV Display kann auch der Anflug zum ursprünglichen Punkt fortgesetzt werden.

3.8 Unterschiede in der Sollhöhe zwischen dem Windvektor-Endanflug-Schirm und dem HW/TW-Endanflugschirm

Die Windkomponente (HW / TW) wird fortlaufend gerechnet. Die Messungen werden über einen gleitenden Durchschnitt von 30 Sekunden gemittelt und in der Berechnung für die Sollhöhe des Gleitpfads (hier unter Berücksichtigung der Windkomponente (HW/TW)) verwendet.
Die automatische Windvektorbestimmung wird während eines Endanflugs normalerweise nicht aktualisiert, da die Flugrichtung konstant ist. Aus diesem Grund kann sich die aus dem Windvektor berechnete Windkomponente in Flugrichtung zu der Windkomponente im HW/TW-Endanflugschirm unterscheiden. Die daraus berechneten Sollhöhen differieren deshalb ebenfalls. Damit lässt sich durch einen Vergleich der Sollhöhen, die mit dem Windvektor oder der Windkomponente auf Kurs berechnet wurden, eine Veränderung der Windstärke und/oder -richtung leicht feststellen. Eine große Differenz zwischen beiden Werten legt nahe, den Windvektor mit Hilfe der "Quick- Windbestimmung" (**Q**) zu aktualisieren .
Merke: Im Normalfall ist für den Endanflug die Windkomponente immer wichtiger, da diese laufend aktualisiert wird, und der Wind sich in tiefen Zonen rasch ändern kann.

3.9 Wozu zwei verschiedene Arten der Windbestimmung ?

Das L-NAV bestimmt den Wind auf zwei Arten, wobei jede ihre Berechtigung hat.
Komponente
Die unmittelbare Bestimmung der Windkomponente (HW/TW) im Hauptflugschirm wird mit einer Auflösung von 0,1 km/h angezeigt und alle 2 Sekunden aktualisiert:
Eine Rückenwindkomponente (TW) vergrößert sich, wenn man auf einen Hang zufliegt, der Aufwind erzeugt, also Energie bringt.
Fliegt man in niedriger Höhe auf einen Aufwind zu, wird durch die in den Aufwind strömende Luft eine Rückenwindkomponente vergrößert bzw. eine Gegenwindkomponente verkleinert.
Vektorwind
Der Windvektor wird bei der Durchführung von Kursänderungen automatisch berechnet:
Dies ist die beste Möglichkeit, Änderungen in der Windrichtung zu entdecken, die eine Windscherung anzeigen. Der Vektorwind ist im normalen Überlandflug sehr hilfreich.
Ein Endanflug mit Hilfe des Windvektors ergibt die Sollhöhe zu jedem Landefeld, auch ohne darauf Kurs genommen zu haben.

3.10 Berechnung der wahren Fluggeschwindigkeit (TAS)

Die Grundlage für die Windmessung des L-NAV ist die Beziehung der Geschwindigkeit und Kurs über Grund, ermittelt durch das GPS und der wahren Fluggeschwindigkeit (TAS), bestimmt durch das L-NAV. Die Bestimmung von Geschwindigkeit und Kurs über Grund durch das GPS ist stabil und präzise. Die größten Fehler in der Windbestimmung ergeben sich aus Fehlern bei der Bestimmung der TAS. Bereits kleine Fehler in der TAS erzeugen große Fehler bei der Windberechnung. Der Grund hierfür ist, dass der Wind eine kleine Differenz zwischen zwei großen Zahlen ist. Dazu für ein Beispiel folgende Annahmen: Geschwindigkeit über Grund (durch GPS) = 90 km/h, TAS = 100km/h. Daraus ergibt sich eine Gegenwindkomponente von 10 km/h. Ein Fehler von 2% bei der Bestimmung der TAS entspricht 2km/h, was sich jedoch in einem Fehler von 20% bei der Windkomponente auswirkt. Die Genauigkeit der Windmessung erfordert ein Verständnis für die Fehlerquellen in der Bestimmung der TAS.

Fehlerquellen in der Bestimmung der TAS:
Rechner
Nullpunkt-Drift des Fahrtsensors
Skalierungsfehler des Fahrtsensors
Nichtlinearität des Fahrtsensors
Flugzeug
Fehlerhafte Abnahme des Pitot-Drucks oder Leckstelle
Nichtlinearität der Pitot-Druckabnahme

Fehlerquellen bei der Berechnung der TAS aus der IAS (Indicated Airspeed = Angezeigte Fluggeschwindigkeit)
Falsche Höhenangabe für die Höhenkorrektur
Falsch angegebene Temperatur für die entsprechende Höhe(1000m)

Die systembedingte Genauigkeit der durch das GPS bestimmten Geschwindigkeit über Grund erlauben die Reduzierung der Fehler bei der Bestimmung der TAS durch eine Kalibrierung im Flug. Fehlerquellen bei der Messung der IAS können durch Maßnahmen, die im Abschnitt "Kalibrierung" dieses Handbuchs beschrieben sind, minimiert werden.

3.11 Weitere L-NAV Schirme

Diese Schirme befinden sich links vom Hauptflugschirm.

a. Der Temperatur/Höhenmesser-Schirm

Die wahre Fluggeschwindigkeit (TAS) und deshalb die Windberechnungen sind von der Luftdichte abhängig. Im Wesentlichen ist diese durch die Lufttemperatur als auch durch den Luftdruck (Flughöhe) bestimmbar. Dabei sollte die Temperaturangabe bis auf 5 Grad Celsius genau sein, um Fehler in der Windberechnung zu vermeiden.

Elektronische digitale Thermometer mit Außentemperaturfühler messen genau.(DM 10!)

Der Temperatur/Höhenmesserschirm ermöglicht die Eingabe einer Höhe und der dazugehörigen Außentemperatur. Wenn der Cursor unter der Temperaturangabe steht, kann diese verändert werden. Wenn die Marke **alt** blinkt, kann die dazugehörige Höhe eingegeben werden. Sobald ein Temperatur/Höhe-Wertepaar eingegeben wurde, wird der Höhenmesser des L-NAV und die adiabatische Temperaturabnahme von 1Grad Celsius pro 100m nach Standardatmosphäre benutzt, um die für diese aktuelle Höhe entsprechende Temperatur zu bestimmen.

b. Die "Mücken-Polare" [%Clean]
Manchmal werden Segelflugzeuge von unzähligen Insekten attackiert. Sowohl die Insekten als auch die Flugzeuge verlieren in dieser Schlacht. Zerquetschte Käfer auf den Flügeln verschlechtern die Polare und verlangen erhöhte Sollhöhe, um ein Ziel zu erreichen.

Flügelprofile sind unterschiedlich empfindlich, was Regen und Verschmutzung durch Insekten angeht. Es ist der Beurteilung des Piloten überlassen diese Verschlechterung über den "Sauberkeitsfaktor" zu schätzen, und von Hand zu justieren. Ohne Mückenputzer an schlimmen Mückentagen kann man an die 70 % Marke kommen - und sitzt erst noch vor dem Flugplatz...

c. Der %Ballast Schirm [%Ballast]
Die Polare des Segelflugzeugs verschiebt sich stark mit der Flächenbelastung. Der %Ballast Schirm ermöglicht die Eingabe des zugeladenen Wasserballasts in Abhängigkeit der maximalen Zuladung von Ballast. Dieser Schirm erscheint nur, wenn bei der Konfiguration der Flugzeugdaten auch der maximal zulässige Wasserballast eingegeben wurde. Beispiel: Beträgt der maximale Wasserballast 160 Liter, entspricht die Angabe 50%, dass der Pilot 80 Liter Wasser getankt hat. Ballast wird in 10% Schritten eingegeben.

d. Der Höhenmesser-Schirm [Altimeter] metrisch
Dieser Schirm zeigt die gegenwärtige präzise Höhe mit mbar, und erlaubt die Veränderung der Einstellung durch Änderung des auf Meeresniveau reduzierten Luftdrucks (QNH); z.B. nach Durchfliegen einer Front.

e. Der Höhenmesser-Schirm [Altimeter] in feet
Enspricht dem metrischen Schirm, zeigt aber die Höhe in Fuß. Hilfreich beim Einflug in Höhenfreigaben und Kontrollzonen.

f. Der G-Messer Schirm [G-Meter]
Dieser Schirm erscheint nur bei eingebautem optionalem G-Messer. Die akute Beschleunigung in Richtung der Hochachse des Segelflugzeugs wird am Schirm unten angezeigt. Oben links wird der minimale, oben rechts der maximale Spitzenwert der Beschleunigung festgehalten. Mit der AUF und der AB Taste werden die Spitzenwerte auf den aktuellen Wert der Beschleunigung zurückgesetzt, so dass das Instrument dazu benutzt werden kann, die Maximalbeschleunigung während eines Kunstflugs oder in sehr turbulenter Luft festzuhalten (vergleichbar den Schleppzeigern eines mechanischen G-Messers).
Anmerkung: Die maximale Anzeige ist +/- 5.0 g

g. Der Spannungs-Schirm [Voltage]
Dieser Schirm zeigt die Versorgungsspannung zum L-NAV. Dieser Zahlenwert steht auch im Eröffnungsbildschirm

h. Die Aufwindstatistik-Schirme

Diese Schirme befinden sich ganz rechts. Kreisen in Aufwinden wird durch das GPS durch die Änderung des Kurs über Grund festgestellt. Der Schirm mit der Bezeichnung **[Thermal]** (Aufwind) zeigt das erzielte Durchschnittssteigen (oben links), den gleitenden Durchschnitt über 20 Sekunden (oben rechts) und die erzielte Gesamthöhe in diesem Aufwind.

Der Schirm mit der Bezeichnung **[Climb %]** (Kurbeln %) zeigt das erzielte Gesamtsteigen, den Prozentsatz der Zeit im Kreisflug gemessen an der Gesamtflugzeit (Kurbelanteil), und den insgesamt erzielten Höhengewinn seit dem letzten Zurücksetzen der Statistik. Diese Gesamtstatistik wird beim Start oder beim manuellen "Auf -Null -Setzen" der Uhr im Hauptflugschirm zurückgesetzt.

Der Schirm mit der Bezeichnung **[Reset? NO]** (Zurücksetzen? Nein) setzt die Aufwindstatistik zurück, wenn durch die AUF oder AB Taste **YES** ausgewählt und anschließend die GO Taste gedrückt wird.

4. Konfiguration des L-NAV

Das L-NAV wird mit voreingestellten Werten für die meisten Funktionen ausgeliefert. Dies ist im Einstellblatt vermerkt. Die Konfiguration läßt (fast) alle Pilotenwünsche zu, bei fest zugeordneten Postionen auf dem Schirm. Dies umfasst die Anpassung an die Leistungsdaten des Flugzeugs, die bevorzugten Maßeinheiten und die persönlichen Wünsche.

4.1 Die Schirme für die Konfiguration und die Kalibration – Vereinfachte Methode des Zugangs

In die Ebene zur Grundkonfiguration des Rechners gelangt man durch Anschalten des Rechners und gleichzeitg gedrückter <GO> Taste. In der neuen Version 5.7 wurden einige Funktionen aus den "Flugschirmen" zu den Schirmen der Konfiguration verlagert. Es wurde deshalb ein neuer zweiter Einstieg für den Zugang für diese Schirme geschaffen:
Man drückt die <GO> Taste und gleichzeitig die LINKS oder RECHTS Taste für ca. 1 Sekunde und lässt dann die GO Taste zuerst los. Es erscheint die Bezeichnung **[Configure]** (Konfiguration) auf dem Schirm. Man drücke nun die GO Taste erneut, um die Einstellungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu verändern. Veränderte Einstellungen werden nur dann gespeichert, wenn die Schirme der Konfiguration nach der Änderung durch nochmaliges Drücken von <GO> verlassen werden. (Will man verhindern, dass bereits veränderte Werte gespeichert werden, schaltet man das Gerät einfach wieder aus.)
-Siehe auch Einstellblatt-

Einstellfolge:	**(siehe Einstellblatt im Anhang)**

01. **[Vario Fast] [Vario Std.] [Vario Slow]**
02. **[Scale: x1] [Scale: x.5] [Scale: x2]**
03. **[Show Netto] [Sh Max McC] [Show McC.] [Sh Thermal] [Show Tk Er] [Show Slope]** (Wert, der im Hauptflugschirm oben links erscheinen soll.)
04. **[Alt. Req.] [Alt. Diff.]**
05. **[No TE Hgt.] [TE Height]**
06. **[Slow Alarm]** (Geschwindigkeitsschwelle für Langsamflugalarm)
07. **[Push Tone]** (Anzahl der Balken im graphischen Sollfahrtgeber, ab der das Audio zum schneller Fliegen auffordert, 1-höchste Empfindlichkeit, 5-kein Audiosignal)
    [Pull Tone] (Anzahl der Balken im graphischen Sollfahrtgeber, ab der das Audio zum langsamer Fliegen auffordert, 1-höchste Empfindlichkeit, 5-kein Audiosignal
08. **[Sink Tone] [No Sink T]** (Fallton oder kein Fallton im Variomodus)
09. **[Audio 1] [Audio 2] [Audio 3]** (Audio 2 zeigt anderes Tonmuster für Steigwerte kleiner McCready)
10. **[Avg 30] [Avg S] [Avg 20]** (Ermittlung von Durchschnittsangabe)
11 **[Netto L] [NettoS]** (Ermittlungdauer- und Art von Durchschnittsangaben)
12 **[Slope L] [Slope S]** (Ermittlungdauer von Durchschnittsangabe)
13. **[Home 1] [Home 2] [Home 3]** (Wahl des Hauptschirms nach <GO>

14 **[Km,m,m/s] [Nmi,ft,kts] [Smi,ft,kts] [Km,ft,kts]**
15. **[Millibars] [Inches Hg.]** (Einheiten des barometrischen Drucks)
16. **[Celsius] [Fahrenheit]** (Einheiten der Temperatur)
17. **[LCD Contrast]** (nur bei SNAV)
18. **[Good NMEA] [Bad NMEA]** (Datenqualität vom GPS)

19. **[Polar: S] [Polar: L]** für die Konfiguration von einer oder zwei Polaren- z.B. Polare für kleine oder große Spannweite)
20. **[Go: Polar]**

4.2 Konfigurieren

Einstellungen der Konfiguration.

a. [Short wing] [Long wing]
[kurzer Flügel] [langer Flügel]

Dieser Schirm erscheint nur, wenn zwei verschiedene Polaren (siehe p.) konfiguriert werden. Der Grund für die Konfiguration von zwei verschiedenen Polaren ist die Verwendung von verschieden langen Ansteckflügeln, weshalb die zwei Polaren einen Index S = kurz oder L= lang haben.

b. [Fast Vario] [Std. Vario] [Slow Vario]
[Schnelles Vario] [Standard Vario] [Langsames Vario]

Diese Einstellung bestimmt die Ansprechgeschwindigkeit des Varios. Die Einstellung "Fast" (Schnell) ergibt eine Zeitkonstante von 0,5 Sekunden, "Std" (Standard) eine Zeitkonstante von 1,9, und "Slow" (Langsam) eine Zeitkonstante von 3 Sekunden.

c. [Scale: x1] [Scale: x.5] [Scale: x2]
[Bereich: x1] [Bereich: x.5] [Bereich: x2]

Bestimmt den Anzeigebereich des Rundinstruments. In der Einstellung x.5 entspricht der Vollausschlag der Anzeige von 2,5 m/s und in der Einstellung x2 der Anzeige von 10 m/s. Bei der Wahl von x.5 oder x2 erscheint zur Erinnerung an den veränderten Anzeigebereich der Rundanzeige oben im LCD eine Marke x2 oder x0,5.
Mit der Bereichsänderung der Rundanzeige ändert sich auch entsprechend die Anzeigefrequenz des Audios. Dabei wird der gesamte Tonumfang auf den entsprechenden Anzeigebereich abgebildet. Eine entsprechend erwünschte feinere Auflösung des Audios im x.5 Bereich ist die Folge für schwache Thermik.

d. [Show Netto] [Show Slope] [Show Tk Er] [Sh Thermal]
[Show McC.] [Sh Max Mc] [Sh MMc/Net]
[Zeige Netto] [Zeige Gleitwinkel] [Zeige Kursfehler] [Zeige Gesamtsteigen]
[Zeige MacCready-Wert] [Zeige maximalen MacCready-Wert]
[Zeige maximalen MacCready-Wert(Vario-Modus)/Netto(Sollfahrt-Modus)]

Diese Einstellung bestimmt, welche der nachfolgenden Informationen im Hauptflugschirm oben links angezeigt wird: - siehe Beiblatt <Configure o.l.>

- [Show Netto] (Zeige Netto) zeigt den gleitenden Durchschnitt der vertikalen Luftmassenbewegung der letzten 30 Sekunden. Bei Auswahl dieser Funktion erscheint die Marke **Net**.
- [Show Slope] (Zeige Gleitwinkel) zeigt den gleitenden Durchschnitt des erzielten Gleitwinkels der letzten 30 Sekunden. Bei Auswahl dieser Funktion erscheint die Marke >
- [Show Trk Err] (Zeige Kursfehler) zeigt die Differenz zwischen dem Kurs über Grund und dem Kurs von der gegenwärtigen Position zum Zielpunkt.
- [Sh Thermal] (Zeige Gesamtsteigen) zeigt das Durchschnittssteigen über den gesamten aktuellen Aufwind.
- [Show Mc] (Zeige MacCready-Wert) zeigt den gleichen MacCready-Wert, wie er im nächsten Schirm rechts eingestellt wurde.

- [Sh Max McC] (Zeige maximalen MacCready-Wert) zeigt die maximal mögliche MacCready-Einstellung an, mit der ein Endanflug bei der aktuellen Höhe und Windkomponente ausgeführt werden kann. Die Zahl ist sowohl für den Windvektor als auch für die Windkomponente im Hauptflugschirm gültig.
  Sobald ein Endanflug bei bestem Gleiten möglich wird, ändert sich die hier die Anzeige von --- auf 0.0.
  Die Angabe ist für den jeweiligen Schirm gültig (Windvektor-Endanflugschirm bzw. HW/TW-Endanflugschirm)
  Die Angabe im Hauptflugschirm bezieht sich auf den HW/TW-Endanflugschirm.
  Der Endanflug wird optimal begonnen, wenn der Max MacCready-Wert gleich dem gegenwärtigen Durchschnittssteigen wird.
- [Sh MMc/Net] (Zeige MacCready-Wert/Netto) zeigt den maximalen MacCready-Wert im Vario- und den Netto-Wert während des Sollfahrt-Modus.

e. [Alt. Req.] [Alt. Diff.]
[Benötigte Höhe] [Differenz zur benötigten Höhe]

Mit dieser Einstellung entscheidet man, auf welche Weise die Information der Sollhöhe unmittelbar über der alphanummerischen Anzeigezeile im Windvektor-Endanflug-Schirm und im HW/TW-Endanflug-Schirm angezeigt wird.
[Alt. Req.] (Benötigte Höhe): Anzeige der Sollhöhe, die für den Anflug ins Ziel benötigt wird.
Bei Auswahl dieser Funktion erscheinen die Marken **Alt ---- Req**.
[Alt. Diff.] (Differenz zur benötigten Höhe): Anzeige der Differenz der aktuellen Höhe minus Sollhöhe, die für den Anflug ins Ziel benötigt wird. Bei Wahl dieser Funktion erscheint die Marke **Alt -----** . An der grafischen Horizontanzeige rechts ändert sich dabei nichts.

f. [No TE Hgt.] [TE Height]
[Keine Totalenergie Höhe] [Totalenergie Höhe]

Diese Auswahl entscheidet, ob bei der Berechnung der Sollhöhe die Gesamtenergie (potentielle + kinetische Energie) statt ausschließlich der potentiellen Energie des Segelflugzeugs berücksichtigt wird.
Mit der Einstellung zur Berücksichtigung der Gesamtenergie **[TE Height]** (Totalenergie-Höhe) wird die Höhe, die beim Wechsel von der aktuellen Geschwindigkeit auf V_M gewonnen werden kann, von der Sollhöhe, die ohne diese Berücksichtigung der Fluggeschwindigkeit ermittelt wird, abgezogen.
Die Auswahl von **[TE Height]** beeinflusst auch die Gleitpfadanzeige, die damit genauer, (berücksichtigt auch Ballast zur Geschwindigkeit), stabiler und unabhängig von der Fluggeschwindigkeit wird.

g. [Slow Alarm]
[Langsamflug-Alarm]

Wenn ein G-Messer installiert wurde, entspricht die Einstellung einer Grenzgeschwindigkeit, unterhalb der (bei Gradeausflug und ohne Wasserballast) ein Langsamflug-Alarm ausgelöst wird. Eine sinnvolle Einstellung ist etwa 5% über der Überziehgeschwindigkeit des Segelflugzeugs. Die Anzeige der Grenzgeschwindigkeit erfolgt bei Wahl von englischen Maßeinheiten in Knoten, bei metrischen Einheiten in km/h.

h. [Push Tone]
["Drücken" - Signal]
i. [Pull Tone]
["Ziehen" - Signal]

Diese Einstellungen bewirken, bei welcher Geschwindigkeitsabweichung von der richtigen Sollfahrt ein akustisches Signal gegeben wird. Eingegeben wird die Anzahl der Balken, die im graphischen Sollfahrtgeber erscheinen muss, damit eine akustische Anzeige, schneller oder langsamer zu fliegen, ausgelöst wird. (1-höchste Empfindlichkeit, 5-kein Audiosignal) Die Abweichung bei Erscheinen des ersten Balkens beträgt 5 km/h. Jeder weitere Balken entspricht einer Abweichung von weiteren 12 km/h. Standard ist 2.

j. [Sink Tone] [No Sink T]
k.

[Fallton] [kein Fallton]

In der Voreinstellung wird im Vario-Modus ein Fallton gegeben, auch wenn das Segelflugzeug sinkt.

l. [Audio 1] [Audio 2] [Audio 3]

Diese "Schalterstellung" wählt zwischen drei verschiedenen Arten von Tonmustern für verschiedene Flugzustände aus.

Audio 1, Standard Tonmuster:

Vario Modus:		
Steigen	75% AN, 25% AUS	Das Steigtonmuster hat mit Ausnahme des Langsamflug-alarms (slow alarm) Vorrang vor jedem anderen Tonmuster
Fallen	Dauerton (Sink Tone) Ruhe (No Sink T)	
Sollfahrt Modus:		
Steigen	75% AN, 25% AUS	
Fallen und Fahrt kleiner als Sollfahrt	dit-dit----------dit-dit	
Fallen und Fahrt entspricht Sollfahrt	Ruhe	
Fallen und Fahrt größer als Sollfahrt	Dauerton	
Fahrt sinkt unter die Schwelle des Langsamflug-Alarms	di-di-dah --- di-di-dah ---	Die Schwelle für den Langsamflug-Alarm erhöht sich bei größerer Flächenbelastung. (Wird bei Wasserballast automatisch berücksichtigt)

Audio 2 berücksichitgt eingestellten McC Wert:

Vario Modus:		
Steigen > MacCready Einstellung	75% AN, 25% AUS	
Steigen < MacCready Einstellung	50% AN, 50% AUS	Hört man dieses Tonmuster für längere Zeit, ist nach MacCready der Moment gekommen, den Aufwind zu verlassen.
Fallen	Dauerton (Sink Tone) Ruhe (No Sink T)	
Sollfahrt Modus:		
Steigen > MacCready Einstellung	75% AN, 25% AUS	
Steigen < MacCready Einstellung	50% AN, 50% AUS	
Fallen und Fahrt kleiner als Sollfahrt	dit-dit----------dit-dit	
Fallen und Fahrt entspricht Sollfahrt	Ruhe	
Fallen und Fahrt größer als Sollfahrt	Dauerton	
Fahrt sinkt unter die Schwelle des Langsamflug-Alarms	di-di-dah --- di-di-dah ---	Die Schwelle für den Langsamflug-Alarm erhöht sich bei größerer Flächenbelastung. (Wird bei Wasserballast automatisch berücksichtigt)

Audio 3, "verdrehte" Tonmodulation:

Vario Modus:		
Steigen < MacCready Einstellung	50% AN, 50% AUS	
Steigen > MacCready Einstellung	75% AN, 25% AUS	
Fallen	Dauerton (Sink Tone) Ruhe (No Sink T)	
Sollfahrt Modus:		
Steigen < MacCready Einstellung	50% AN, 50% AUS	
Steigen > MacCready Einstellung	75% AN, 25% AUS	
Fallen und Fahrt kleiner als Sollfahrt	Dauerton	
Fallen und Fahrt entspricht Sollfahrt	Ruhe	
Fallen und Fahrt größer als Sollfahrt	dit-dit----------dit-dit	
Fahrt sinkt unter die Schwelle des Langsamflug-Alarms	di-di-dah --- di-di-dah ---	

l. [Km,m,m/s] [Nmi,ft,kts] [Smi,ft,kts] [Km,ft,kts]

Diese Grundeinstellung bestimmt die verwendeten Maßsysteme für
- Entfernung (km = Kilometer, Nmi = Nautische Meilen, Smi =Landmeilen),
- Höhe (m = Meter, ft = Fuß)
- vertikale und horizontale Geschwindigkeit (m/s = Meter/Sekunde, kts = Knoten)

m. [Millibars] [Inches Hg.] Maßeinheit des barometrischen Drucks

n. [Celsius] [Fahrenheit] Maßeinheit der Temperatur

o. [Good NMEA] [Bad NMEA]

Standard nach NMEA 0183

NMEA Datensätze, die vom GPS-Empfänger übertragen werden, enthalten für das Erkennen einer fehlerhaften Übertragung eine Prüfsumme, die zuvor aus dem Datensatz gebildet wurde. Nach dem Empfang bildet das L-NAV ebenfalls die Prüfsumme des Datensatzes und vergleicht diese mit der übertragenen. War die Übertragung der Daten fehlerhaft, ist dies an der Prüfsumme erkennbar und das L-NAV ignoriert dann diesen Datensatz.

Frühere Firmware-Versionen des L-NAV benutzten diese Art der Fehlererkennung nicht. Die Version 5.5 hingegen besitzt diese Möglichkeit. Das Resultat ist eine zuverlässigere Navigation und Windinformation.

Der Filser LX-400 GPS-Empfänger berechnet für einige NMEA Datensätze eine falsche Prüfsumme. Filser korrigiert diesen Fehler nicht. Cambridge nimmt auf die Piloten Rücksicht, die sich schon einen LX-400 GPS-Empfänger gekauft haben:

Durch die Auswahl von Bad NMEA wird somit die Möglichkeit der Prüfsummen-Fehlererkennung nicht verwendet, und erlaubt damit auch die Verwendung von GPS-Empfängern, die dem Standard nach NMEA nicht entsprechen.

p. [Go: Polar]
[GO Taste drücken]

4.3 Die Eingabeschirme für die Polare

Der **[GO: Polar]** Schirm ist der Start-Schirm für die Eingabe oder Änderung der Polarendaten, für Flugzeug mit Pilotengewicht, ohne Ballast.
Mit der RECHTS Taste gelangt man der Reihe nach in folgende Schirme:

Max L/D :	Angabe der besten Gleitzahl
V_M in km/hr :	Geschwindigkeit des besten Gleitens
V_2 in km/hr :	Geschwindigkeit für ein Sinken von 2 m/s
Dry :	Abfluggewicht (einschließlich Pilot und Fallschirm) ohne Wasserballast
Liters :	Maximale Zuladung an Wasserballast in Litern

Es können bei variabler Spannweite zwei verschiedene Polaren eingegeben werden. Wählt man im ersten Schirm der Polareneingabe **[2 Spans]** [2 Spannweiten], werden die Daten beider Spannweiten nacheinander eingegeben. Zur Unterscheidung der beiden Polaren haben die Bezeichnungen der Parameter den Index S = short (kurz) und L = long (lang)

Die voreingestellten Werte entsprechen der einer ASW-20 ohne Wasserballast. Wurde bei der Angabe des Wasserballasts ein Wert höher Null eingegeben, erscheint links des Hauptflugschirms ein weiterer Ballast - Schirm. Hier wird der geladenene Wasserballasts in 10 Prozent - Schritten, bezogen auf die maximal mögliche Menge eingegeben. Nach der Landung wird dieser Wert automatisch wieder auf Null gesetzt.

Für Umrechnungszwecke sind hier die Relationen zwischen den metrischen/englischen Maßeinheiten angegeben:

1 nmi = 1,852 km, 1000 ft = 305 Meter
1 kt = 1.85 km/h = 0.514 m/s
1 kg = 2.2 lbs
1 gallon = 3.78 Liter = 3.78 kg

<u>Problem und Lösung</u>: Die vom Logger zum Rechner übernommenen Distanzdaten stimmen nicht überein: Im Rechner (oder Logger) kontrollieren, ob ein falsches Maßsystem eingestellt wurde!

5. Schirme zur Kalibrierung des L-NAV

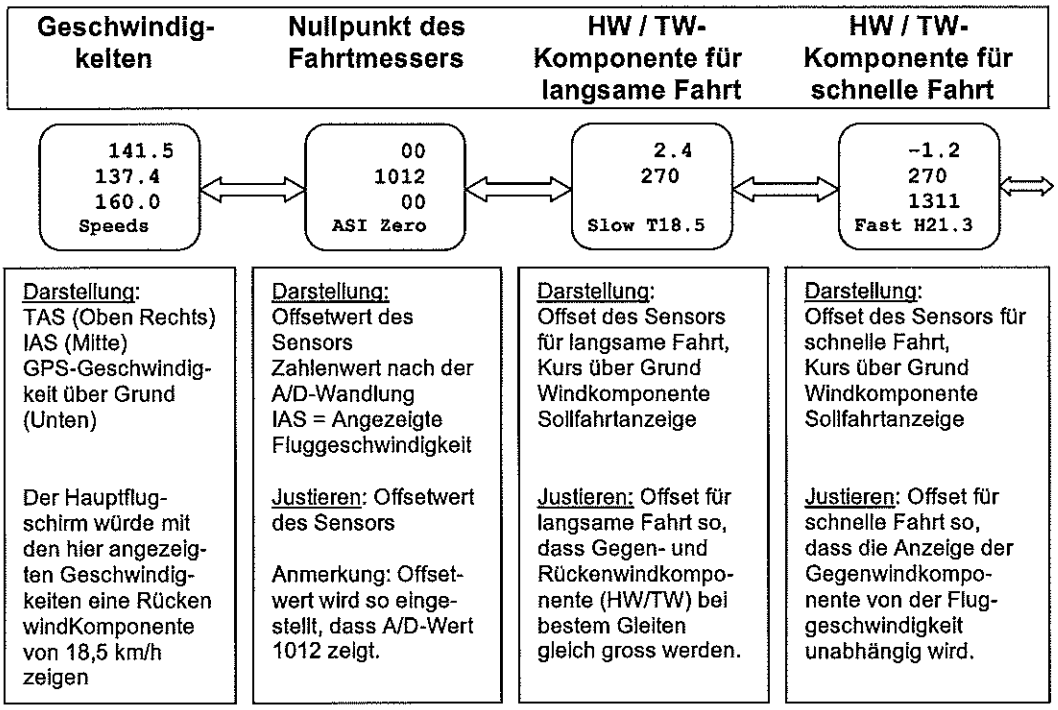
In die Schirme der L-NAV Kalibration gelangt man, indem die GO Taste und gleichzeitig die LINKS oder RECHTS Taste für ca. 1 Sekunde gedrückt und die GO Taste dann zuerst losgelassen wird. Es erscheint die Bezeichnung **[Configure]** (Konfiguration) auf dem Schirm. Die LINKS Taste, bringt in das Menü **[Calibrate]**. Mit der GO Taste werden die Schirme der Kalibration aktiv und erlauben die Eingabe oder Modifikation von Werten. Veränderte Einstellungen werden nur gespeichert, wenn die Kalibration am Ende durch Drücken der GO Taste verlassen, und somit die Werte gespeichert werden.

CALIBRATE:

a.	[Speeds]	f.	[% TE Probe]	k.	[Int. Temp.]
b.	[ASI Zero]	g.	[Altimeter]	l.	[*LCD Test*]
c.	[SLOW HW/TW]	h.	[Alt Zero]	m.	[Meter Test]
d.	[FAST HW/TW]	i.	[Alt Gain]	n.	[Battery]
e.	[Variometer]	j.	[G-Meter]		

5.1 Kalibration des Fahrtmessers

Die Qualität der Windberechnung hängt stark von der genauen Messung der Fluggeschwindigkeit ab. Die Schirme a. – d. dienen der Feinkalibrierung des Fahrtmessers während des Flugs. Der erste Schirm zeigt alle Geschwindigkeiten, die bei der Berechnung der Windkomponente Verwendung finden. Dieser Schirm kann auch benutzt werden, um den korrekten Anschluß des L-NAV an Pitot und den statischen Druck zu überprüfen.



Anmerkungen:
Werkseitig wird die Kalibrierung des Fahrtsensors mit zwei Potentiometern auf der Sensor-Platine durchgeführt. Bei der analog/digital Wandlung dieses Signals ist der zugeordnete

Zahlenwert 1012 bei Null Fahrt. Im Werk wird der Fahrtsensor mit einem Referenzstaudruck auf eine Geschwindigkeit von 150 km/h abgeglichen, wobei die Offsetwerte Slow und Fast ASI auf Null gesetzt sind.

Nullpunkt Fahrtsensor
Der Schirm für die Nullpunkteinstellung des Fahrtsensors erlaubt es dem Piloten, den Nullpunkt am Boden (Null Fahrt) genau einzustellen, ohne das Gerät zu öffnen. Man benutzt dazu die AUF oder AB Taste, um einen Wert von 1012 einzustellen.
Beträgt der Offset mehr als 40 Einheiten, sollte das Instrument zum Service geschickt werden.

Offset Schnellflug / Langsamflug
Die Offset-Schirme für langsame und schnelle Fahrt werden für eine Kompensation der einbaubedingten Systemfehler (durch Pitot, statische Druckabnahme, Leitungen usw.) im Flug verwendet. Diese Feinkalibrierung ist in ruhiger Luftmasse durchzuführen. Ein schwacher, gleichmäßiger Wind macht diese Kalibration ebenfalls einfacher. Der Ablauf :

1. Im Temperatur/Höhenmesser-Schirm wird die gegenwärtige Höhe und die Außentemperatur eingegeben. Diese Vorbereitung ist notwendig und wichtig, da sie die Umrechnung der angezeigten auf die wahre Fluggeschwindigkeit (IAS ⇒ TAS) beeinflusst.

Windkorrektur langsames Kreisen
2. Man geht nun in den `[Slow HW/TW]` Schirm. Ziel ist nun, das L-NAV so einzustellen, dass die angezeigte maximale Gegen- und Rückenwindkomponente während eines langsamen Kreisflugs betragsmäßig gleich groß ist. Sollten sich die Werte unterscheiden, muss die Anzeige durch folgendes Verfahren korrigiert werden:

a. Man fliegt unter Zuhilfenahme des graphischen als auch akustischen Sollfahrtsignals bei der Geschwindigkeit des besten Gleitens (MacCready-Wert = 0) gleichmäßige, langsame Kreise, während man die Maximalwerte für Gegen- und Rückenwindkomponente beobachtet. Angenommen, es wird eine maximale Gegenwindkomponente von 7 km/h und eine maximale Rückenwindkomponente von 3 km/h beobachtet.

c. Man teilt die beobachtete Differenz durch 2 und gibt diese Zahl als Offset-Wert für langsame Fahrt ein. Aus dem vorhergehenden Beispiel 7 – 3 = 4 ergibt sich damit ein Offset von 2. Mit der AUF Taste wird die Zahl oben rechts auf dem `[Slow HW/TW]` Schirm um 2 erhöht. Durch diese Korrektur des Fahrtsignals sollten nun die maximale Gegen- bzw. Rückenwindkomponente den gleichen Betrag haben.

d. Für eine Kontrolle dieser Korrektur setzt man das langsame Kreisen fort und überprüft , ob die Maximalwerte von Gegen- und Rückenwindkomponente gleich groß sind. Ist dies nicht der Fall, sollten die Schritte b und c wiederholt werden.

Windkorrektur Geradeausflug
3. Nun geht man in den `[Fast HW/TW]` Schirm. Das Ziel ist jetzt, die Windberechnung unabhängig von der Fluggeschwindigkeit zu machen, d.h. die Fahrtmesserfehlanzeige unabhängig von der Fluggeschwindigkeit möglichst zu minimieren. Um den Einfluss der Fluggeschwindigkeit auf die Bestimmung der Windkomponente zu bestimmen und zu beseitigen, müssen die folgenden Schritte ausgeführt werden:

a. Man fliegt gegen den Wind mit der Geschwindigkeit des besten Gleitens und notiert den Wert der Gegenwindkomponente.

b. Die Fluggeschwindigkeit wird gleichmäßig auf die typische schnelle Überlandflug-Geschwindigkeit erhöht und beibehalten. Der Wert der Gegenwindkomponente wird wiederum notiert.

c. Man passt die Gegenwindkomponente mit Hilfe des Offsets (Auf / Ab) für schnelle Fahrt im **[Fast HW/TW]** Schirm so an, dass die Gegenwindkomponente sowohl bei schnellen als auch langsamen Geschwindigkeiten gleich bleibt.

d. Um die Übereinstimmung der Gegenwindkomponente bei langsamer und schneller Fahrt zu überprüfen, sollte man dieses Manöver wiederholen.

Durch dieses Feinkalibrierung wurde der Fahrtsensor im Vergleich mit den genauen Messwerten der Übergrundgeschwindigkeit durch das GPS-NAV kalibriert.

5.2 Weitere Schirme zur Kalibrierung

e. [Variometer]

Dieser Schirm zeigt den zugeordneten Zahlenwert des Vario-Signals nach der analog/digital-Wandlung. Ohne Steigen oder Fallen sollte der Zahlenwert 511 betragen. Ist dies nicht der Fall, kann ein Offset durch die AUF oder AB Taste addiert oder subtrahiert werden.
Beträgt der Offset mehr als 40 Einheiten, das Instrument gelegentlich zum Service schicken.

f. [% TE Probe]

Dieser Schirm erlaubt eine Kalibration des Signals der TE-Kompensationsdüse während des Flugs. Eine unzureichende Kompensation der Düse kann so über einen großen Bereich ausgeglichen werden. Eine TE Düse sollte den Beiwert 1 haben. Es gibt aber noch weitere Abhilfen; dazu TEKK knosultieren.
Die Zahl auf dem Schirm gibt den Prozentsatz der Kompensation an (100% = Idealwert), den die Düse tatsächlich erbringt. Bei Unterkompensation der Düse geht die Varionadel beim Hochziehen in ruhiger Luft auch nach oben. Die %-Zahl muß dann verkleinert werden.

g. [Altimeter]

Das L-NAV hat einen Zweibereichs-Höhenmesser. In etwa 3000m Höhe ändert der Höhenmesser seinen Messbereich. Dieser Schirm zeigt den zugeordneten Zahlenwert des Höhenmesser-Signals nach der analog/digital-Wandlung, einen Offset-Wert der A/D-Wandlung, der sich durch die Umschaltung zwischen den Messbereichen des Höhenmessers ergibt (um 900 Einheiten) und dem Zahlenwert der Höhe. Dieser Schirm dient Kontrollzwecken, und kann nur sinnvoll justiert werden, wenn ein kalibrierter Referenzhöhenmesser mit einem Messbereich von 10 000 m und Teststand zu Verfügung steht.

h. [Alt. Zero] [Höhenmesser Nullpunkt]
i. [Alt. Gain] [Höhenmesser Skalierung]

Diese Schirme werden verwendet, um den Höhenmesser des L-NAV zu kalibrieren. Dazu wird auf den Schlauchanschluss des Absolutdrucksensors, der der Platine am nächsten gelegen ist, ein Referenzhöhenmesser und eine einstellbare Pumpe, die einen Über- oder Unterdruck liefern kann, angeschlossen. Der Nullpunkt des Höhenmessers wird bei der Höhe Null im **[Alt. Zero]**-Schirm, die Skalierung bei einer Höhe von 3000m im **[Alt. Gain]**-Schirm eingestellt. Die Einstellungen von Nullpunkt und Skalierung beeinflussen sich gegenseitig. Aus diesem Grund ist es notwendig, abwechselnd zwischen Zero und Gain hin und her zu pendeln, um schließlich eine optimale Einstellung dieser Werte zu erhalten. Die Einstellungen für Nullpunkt und Skallierung (Zero und Gain) werden in einem nicht flüchtigen Speicher des L-NAV gespeichert. Die Werkseinstellungen finden sich auch auf einem kleinen Etikett unter der Instrumentenabdeckung. Unser Rat: Dies dem Service überlassen!

j. [G-Meter]

Der G-Messer ist optional. Ist kein G-Messer eingebaut, sollte der zugeordnete Zahlenwert des G-Messer-Signals nach der analog/digital-Wandlung den Wert 511 zeigen. Mit G-Messer sollte der Wert 611 betragen (=1G), wenn das L-NAV auf einer horizontalen Oberfläche steht. Das Instrument ist nur auf Beschleuningungen entlang der Hochachse empfindlich. Wird das Gerät um 90 Grad gedreht und auf die Seite gelegt, geht die vertikale Beschleunigungskomponente auf Null und die Anzeige sollte 511 betragen (1g = 100 Einheiten).Die Anzeige kann mit Hilfe eines Offsets durch die AUF und AB Taste korrigiert werden. Dies ist bei schräg zur Fluglängsachse eingebautem Instrument notwendig, um gutes Ansprechverhalten bei Sollfahrt/Vario - Umschaltung zu bekommen.

k. [Int. Temp] [Interne Temperatur]

Wert der A/D Wandlung und Temperatur des internen Temperatursensors werden hier gezeigt. Es sind keine Einstellungen möglich.

l. [Ext. Temp] [Externe Temperatur]

Erscheint nur bei eingabuter Option Außentemperatursensor. Dieser ist im sog. Remote / Sensorboard integriert, und kann nachgerüstet werden.

m. [*LCD Test*]

Dieser Schirm zeigt alle Segmente des LCDs. Die AUF Taste bedient die graphische Sollfahrtanzeige, die AB Taste die graphische Gleitpfadanzeige.

m. [Meter Test]

Mit Hilfe dieses Schirms können das Audio und die Freigängigkeit der Nadel in der Variometerrundanzeige überprüft werden. Der Nullpunkt für diese Anzeigen liegt bei 127. Die Vollausschläge der Rundanzeige liegen bei Null und 255. Die Tonhöhe und die entsprechende Variometer-Anzeige sind analog des Fliegens.

n. [Battery]

Die Batteriespannung und der entsprechende Wert nach der A/D Wandlung werden hier gezeigt. Es sind keine Einstellungen möglich.

5.3 Zurücksetzen des Instruments in den Auslieferungszustand <DEFAULT>

Die Einstellwerte der Konfiguration und Kalibration werden in einem nicht flüchtigen Speicher festgehalten. Dies bedeutet, dass sie erhalten bleiben, selbst wenn die Backup-Batterie leer ist oder gewechselt wird. Beim Einschalten des Geräts wird die Konfiguration für einen schnelleren Zugriff in einen flüchtigen Speicher übertragen.

Die werkseitig voreingestellte Konfiguration des L-NAV ist im Speicher des Hauptprogramms abgelegt. Diese Einstellungen wurden im Werk in den nicht flüchtigen Speicher übertragen. Abgesehen von den Werten für die Kalibration des Höhenmessers können alle anderen Werte auf folgende Weise in die werkseitige Voreinstellung zurückgesetzt werden:

Man drücke die GO Taste und gleichzeitig die LINKS oder RECHTS Taste für ca.1 Sekunde und lässt dann die GO Taste zuerst los. Es erscheint das Wort **[Configure]**.
Nach zweimaligem Drücken der LINKS Taste erscheint das Wort **[Defaults]**.
Wird jetzt die GO Taste gedrückt, werden alle Einstellungen (mit Ausnahme denen des Höhenmessers) durch die werkseitig vorgesehenen Voreinstellungen überschrieben. Anschließend erscheint der Hauptflugschirm. Alle von den Voreinstellungen abweichenden Werte bzw Schalterstellungen der Konfiguration und Kalibration können/müssen erneut eingegeben werden.

6. L-NAV Installation

6.1 Pneumatische Anschlüsse

Man benützt Standardinstrumentenschlauch aus PVC oder besser Silikon mit einem Innendurchmesser von 3/16" (ca.4,8mm), um das L-NAV an das pneumatische System des Segelflugzeugs anzuschließen. Die Anschlüsse bezeichnet mit Airspeed-Pitot und Airspeed-Static werden an die gleichen Zuleitungen wie der mechanische Fahrtmesser angeschlossen. Der Anschluß mit der Bezeichnung TE- Probe wird wie das mechanische Vario (statischer Druck) an die TE-Kompensations-Düse angeschlossen. Das mitgelieferte 0,45–Liter Ausgleichsgefäß (gefüllt*) wird mit dem Anschluss mit der Bezeichnung 0,45 L Capacity verbunden. Jedes Variometer benötigt sein eigenes Ausgleichsgefäß - also keine Abzweigung! Achtung: Das mit Metallwolle gefüllte A-Gefäß beeinfluß die Kompassanzeige; daher nicht direkt unter den Kompass montieren.

6.2 Anschluss der Versorgungsspannung und eines externen Lautsprechers

Man schließt die rote {+} und die schwarze {-} Ader des mitgelieferten Versorgungskabels an die entsprechenden Pole des Bordnetzes an. Ist das Bordnetz mit einer Sicherung kleiner 5 Ampere abgesichert, kann eine extra Sicherung für das L-NAV entfallen. Die Stromaufnahme des Geräts beträgt, abhängig von der eingestellten Lautstärke des Audios, ca. 160 mA.
Für den Doppelsitzer unbedingt zu empfehlen !
Es ist möglich, einen externen zweiten Lautsprecher mit 8 Ohm Impedanz anzuschließen. Man verwendet dazu die gelbe und grüne Ader des mitgelieferten 12Volt Versorgungskabels. Für diesen Zweck kann auch der interne Lautsprecher ausgebaut und verwendet werden. Alternativ können aber auch beide gleichzeitig in Betrieb sein.

6.3 Anschluss eines Hold Schalters und von Schaltern für Fahrwerks-und Bremsklappenwarnung

Hold

Die gelbe Ader ist die gemeinsame Masse in diesem Kabel. Ein "Hold" Schalter, der seinen Platz auf dem Knüppel-oder im Instrumentenbrett haben kann, wird an die grüne und gelbe Ader angeschlossen. Ist dieser Schalter geschlossen, geht das L-NAV in den Vario-Modus, d.h. das Audio-Signal des Sollfahrtgebers und die graphische Sollfahrtinformation sind ausgeblendet. Wenn das Instrument ohne GPS-Information verwendet wird, d.h. Entfernungszählung findet durch Kopplung statt, wird mit dem "Hold" Schalter gleichzeitig die Kilometerzählung gestoppt. Dieser Schalter hat Vorrang gegenüber der automatischen Umschaltung durch einen optional eingebauten G-Messer. Im Vario - Modus sollte der Schalter nach unten zeigen.

Fahrwerk/Spoiler

Das L-NAV hat Anschlüsse für zwei weitere Schalter, die die Stellung des Fahrwerks und der Bremsklappen wiedergegeben. Zwischen der schwarzen und gelben Ader des HOLD-Kabels kann ein Schalter angeschlossen werden, der durch das Bremsklappengestänge betätigt wird. Die Kontakte des Schalters sollten geschlossen sein, wenn die Bremsklappen nicht verriegelt sind. Der Schalter aktiviert das `[spoilers?]` "Bremsklappen ?" Alarmsignal in Schirm und über das Audio.

Zwischen der roten und gelben Ader wird ein Schalter angeschlossen werden, der durch das Fahrwerksgestänge betätigt wird. Die Kontakte des Schalters sollten ebenfalls geschlossen sein, wenn das Fahrwerk eingefahren ist. Dieser Schalter aktiviert die Warnung `[L Gear Up?]` "Fahrwerk eingefahren ?". Tonart: "Polizeisirene". Drücken von <GO> stellt Warnung ab.

6.4 Anschluss der Variometer-Anzeige, eines Remote Keypads, und eines Repeaters

Das Kabel der Variometer-Anzeige wird in den Anschluss mit der Bezeichnung "Meter" gesteckt. Soll entweder eine Fernbedienungstastatur (Remote Keypad) oder eine Zweitanzeige (Repeater) im Doppelsitzer angeschlossen werden, muss die optionale Auxiliary-Platine eingebaut sein. Das Kabel einer Fernbedienungstastatur oder der Anschluss der Tastatur einer Knüppelfernbedienung wird in die mit "Remote" bezeichnete Buchse gesteckt. Eine Zweitanzeige wird über ein 6-poliges Verbindungskabel an die Buchse "Repeater" angeschlossen. Eine Variometer-Anzeige für den hinteren Sitz im Doppelsitzer wird an den Repeater direkt in die Buchse <Meter> angeschlossen.

6.5 Anschluß eines GPS-Empfängers

Die National Marine Electronics Association (NMEA) veröffentlichte verschiedene Standards für den Datenaustausch zwischen Navigationsgeräten. Der ursprünglich für den Anschluß von LORAN-Empfängern an Kartenanzeigegeräte und Autopiloten für die Seefaht konzipierte Standard wurde um Funktionen für GPS-Empfänger und den Einsatz in der Luftfahrt aktualisiert.

Das L-NAV benötigt vom GPS-Empfänger die Übertragung der Datensätze $GPRMB und $GPRMC wie sie nach dem Standard NMEA-0183 Version 2.1 festgelegt sind.

Die meisten GPS-Empfänger können diese Datensätze zur Verfügung stellen.

Wichtiger Hinweis:

Damit das L-NAV und das GPS zusammen arbeiten können, muß der GPS-Empfänger für die Übertragung von Datensätzen entsprechend NMEA-0183 Version 2.0 mit einer

Übertragungsrate von *4800 baud* konfiguriert werden. Dies ist unter <setup> und <output> im GPS-Gerät einstellbar.

Das L-NAV wird hierzu mit einem 6-adrigen Kabel ausgeliefert, das die Bezeichnung "Datacom/GPS" trägt. Wenn man auf die Rückseite des L-NAV sieht, befindet sich Pin 1 der Datacom Buchse auf der rechten und Pin 6 auf der linken Seite. Es werden nur zwei Adern für die Datenübertragung vom GPS-Empfänger verwendet und zwar folgende:

Die A-Leitung (Signal +) = Pin 4 (rote Litze), und die Logische Masse (Signal -) = Pin 6 (weiße Litze).
Für den Anschluß diverser handheld GPS Geräte hat TEKK Anschlußinfos bereit.
Der GPS-Empfänger hat das dazu passende Paar von Adern in seinem Datenkabel. Leider stimmen die Farben nicht mit denen des Cambridge L-NAV GPS-Kabels überein. Es folgt eine Liste der entsprechenden Aderfarben von gängigen GPS-Empfängern:

GARMIN GPS-100	A-Leitung = Gelb	Masse = Schwarz
GARMIN GPS 55, 45, 89, 90, GPS 12, GPS III	A-Leitung = Braun	Masse = Schwarz

Das Trimble Flight-Mate und das Apollo Portable benutzen eine 9 polige Sub-D Buchse, die direkt in einen PC gesteckt werden kann. Bei dieser Buchse ist die A-Leitung = Pin 2 und Masse = Pin 5.

Für den Anschluss dieser GPS-Empfänger werden die entsprechenden Leitungen miteinander verbunden. TEKK hat auch vorkonfektionierte Stecker / Buchsen für das I- Brett.

Das Cambridge GPS-NAV wurde für das Zusammenspiel mit dem Cambridge L-NAV entworfen. Das bedeutet, dass diese beiden Geräte durch ein 6-adriges RJ-Kabel verbunden werden, und keine spezielle Konfektionierung (außer der Länge) des Kabels notwendig ist. Eine Anleitung für die Anfertigung eines Kabels entsprechender Länge steht in Abschnitt 7.6

7. Wartung und Einstellungen

7.1 Öffnen des Geräts

Das Gerät wird geöffnet, indem man die Schraube auf der Oberseite des Deckels entfernt, die vier Schrauben auf den Seiten und die zwei an der Oberkante der Rückseite nur löst. Der Deckel wird noch oben abgezogen. Beim Schließen des Geräts sollte man darauf achten, dass die Silikonschläuche nicht zwischen Platine und Gehäuse eingeklemmt werden.Die obere Schraube zuerst eindrehen.

7.2 Einbau eines optionalen G-Messers

Von vorne gesehen, befindet sich der Platz für den G-Messer links hinten im Gerät. Er wird durch zwei Führungsschienen gehalten und über einen 6-poligen Pfostenstecker mit der Hauptplatine elektrisch verbunden. Vor dem Einsetzen des G-Messers wird die kleine schwarze Kontaktbrücke (Jumper), die auf den hintersten beiden Pfosten steckt, entfernt. (Sollte das L-NAV einmal ohne den G-Messer betrieben werden, muß dieser Jumper wieder an gleicher Stelle eingesetzt werden.)
Das L-NAV erkennt nun den G-Messers beim erneuten Einschalten und zeigt den aktuellen Beschleunigungswert in einem neuen Schirm links vom Hauptflugschirm

Der G-Messer ist werkseitig so kalibriert, dass sich nach der A/D-Wandlung des Signals bei der Beschleunigung von 1g ein Wert von 611, bei 0g ein Wert von 511 Einheiten ergibt. Man sollte dies im entsprechenden Kalibrationsschirm überprüfen und diese Werte gegebenenfalls durch die Eingabe eines Offsets einstellen. <GO> speichert die neue Einstellung.

7.3 Einstellung des Kontrasts der LCD-Anzeige

Ist das L-NAV in einer ungünstigen Position im Instrumentenbrett eingebaut, kann die Lesbarkeit des LCDs durch eine Änderung des Kontrasts verbessert werden. Das Potentiometer zur Einstelung des Kontrasts befindet sich im Gerät vorne links. Eine Drehung im Uhrzeigersinn erhöht den Kontrast.

7.4 Einstellung von Nullpunkt und Skalierung des Vario- und Fahrtsensors

Diese Einstellungen sollten im normalen Gebrauch nicht notwendig sein. Diese Information dient daher mehr der Vollständigkeit. Einstellungen der Skalierung erfordern kalibrierte Referenzinstrumente. Die Elektronik des Vario- und des Fahrtsensors hat drei Einstellmöglichkeiten. Der Fahrtsensor befindet sich der Vorderseite des Geräts am nächsten. Die Einstellpotentiometer jedes Sensors sind wie folgt angeordnet:

Position des Trimmpotentiometers	**Funktion des Trimmpotentiometers**
Der Gerätefront am nächsten (mit roter Farbmarkierung)	Temperaturkompensation des Sensors (NICHT VERÄNDERN !!)
Mittleres Poti der Dreiergruppe	Nullpunkteinstellung des Sensors
Der Geräterückseite am nächsten	Skalierung (Verstärkung) des Sensors

Bevor Veränderungen an den Trimmpotentiometern vorgenommen werden, sollten die Offset-Werte im entsprechenden Kalibrierungs-Schirm auf Null gesetzt werden. Die richtigen Nullpunkteinstellungen der Sensoren ohne horizontale und vertikale Bewegung stehen in Abschnitt 5 dieses Handbuchs. Bei der Einstellung der Skalierung (Verstärkung) des Fahrtsensors müssen die Offset-Werte für langsame und schnelle Fahrt ebenfalls auf Null gesetzt werden.
Cambridge kalibriert den Fahrtsensor mit einem Referenzstaudruck, der einer Fahrt von 150 km/h und den Vario-Sensor mit einer Druckänderung, die einem Steigen von 2m/s entspricht.

7.5 Ersetzen der Memory Backup Batterie

Eine 3 Volt Lithium Knopfzelle (Typ BR-2325) sorgt dafür, dass Einstellungen und Daten des vergangenen Flugs nach dem Ausschalten des Geräts gespeichert bleiben. Man kann davon ausgehen, dass die Batterie eine Lebensdauer von mehr als 5 Jahren hat. Auf dem Schirm erscheint nach dem Einschalten eine entsprechende Nachricht, wenn die Batteriespannung unter 2,2 Volt absinkt. Das ist kein Notfall. Es genügt, die Batterie am Ende der Flugsaison zu ersetzen.
Wechsel:

1. Abnehmen Gehäusedeckel
2. Klebestreifen auf Batterie kleben (=Zugband!)
3. Mit kleinem Schraubenzieher Spange etwas anheben, und mit Klebeband Batterie seitlich aus der Halterung ziehen.
4. Neue Batterie (+ ist oben !) unter die Spange einschieben.

7.6 Pinbelegung der Buchsen auf der Rückseite des L-NAV

Sieht man auf die Rückseite des L-NAV, ist Pin 1 rechts. Die Farbzuordnung und –abfolge entspricht der bei Cambridge üblichen Zuordnung.

4-adriges Kabel :	Gelb	Grün	Rot	Schwarz	-------	-------
6-adriges Kabel :	Blau	Gelb	Grün	Rot	Schwarz	Weiß
Name der Buchse	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6
12 Volts	Laut-sprecher +	Laut-sprecher -	+ Betriebs-spannung	- Betriebs-spannung		
Meter	Masse	Meter +	Meter -	Masse	------	------
Hold	Masse	Hold Switch	"Fahrwerks-Schalter"	"Brems-klappen-Schalter"	------	------
Datacom	+ 5 Volts	Daten vom L-NAV	-----	Daten zum L-NAV	-----	Masse
Remote (Optional Auxiliary PC Board)	GO Taste	RECHTS Pfeil-Taste	LINKS Pfeil-Taste	Masse	AB Pfeil-Taste	AUF Pfeil-Taste